



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

KAJIAN DOSIS DAN WAKTU PEMUPUKAN FOSFAT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN SORGUM (*Sorghum bicolor* L.) DI ULTISOL

TESIS



**PURNADI
07201005**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2009**

STAMP
UNIVERSITAS ANDALAS
FAKULTAS TEKNIK
BAGIAN TEKNIK ELEKTRO



STAMP
UNIVERSITAS ANDALAS
FAKULTAS TEKNIK
BAGIAN TEKNIK ELEKTRO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**TULIS BACA ADALAH KUNCI ILMU PENGETAHUAN
AMAT RUGILAH MANUSIA YANG TIDAK MEMANFAATKAN WAKTUNYA
BANGGA DENGAN KEBERHASILAN. MENDEKATKAN DIRI PADA KESOMBONGAN**

Dengan Ridho Allah dan Taufiq, Nya
Demi Islam yang mulia untuk Ridho Illahi
Atas petunjuk Rasul tauladan Muhammad SAW
Untuk Bak dan Mak tercinta (Abd.Wahab Ahmad (alm) dan
Nurkiyah (alm) dan Rostina)

Berkat optimisme istri dan anak-anak tersayang
(Seri Suwartik, Mohd.Fadra Sahyoga (alm), Wahyu Ramadhan, Nadhifah
Azzahrah, Nadhila Syahkirah ...)

Atas dorongan dulur, ipar dan ponak-an (Zainabun, Nining,
Adi (alm), Zainudin, Muhilli, Yuli, Zaidian, Vera, Iqbal, Yaya, Reza, Sila.)

Karena pertolongan sahabat-sahabatku (Lindung, Benjol,
Buhaira, Yosi, Lily, Meli, Rina, Dewi, Jalalus, yadi, Dedi ...)

Dilandasi Motivasi yang mempengaruhi jiwa.

Ketika wajah ini penat memikirkan dunia, maka berwudhulah...

Ketika tangan ini letih menggapai cita-cita, maka bertakbirlah...

Ketika pundak tak kuasa memikul amanah, maka bersujudlah...

Jangan MENYERAH karena LELAH...

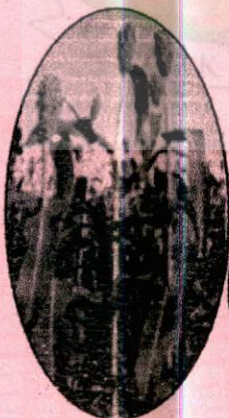
Biarlah LELAH MENGEJARMU SAMPAI LELAH...

Ikhlaskan semuanya dan mendekatlah padanya...

Agar tunduk disaat yang lain angkuh,

Agar tetap teguh disaat yang lain runtuh,

Agar tetap tegar disaat yang lain terlempar..





**KAJIAN DOSIS DAN WAKTU PEMUPUKAN FOSFAT
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN SORGUM
(*Sorghum bicolor* L.) DI ULTISOL**

Oleh : Purnadi

(Di bawah bimbingan Auzar Syarif dan Nasrez Akhir)

RINGKASAN

Peningkatan produksi pertanian terus dilakukan guna mengimbangi kebutuhan pangan yang terus meningkat. Pemenuhan kebutuhan pangan tersebut dilakukan dengan mengupayakan peningkatan produksi beberapa komoditi pangan yang ada. Salah satu komoditi pangan yang telah lama diusahakan dan mendapat perhatian dari pemerintah saat ini adalah tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L.) Sebagian besar lahan untuk tanaman pangan didominasi oleh tanah-tanah mineral masam yang bermasalah, diantaranya yang terluas adalah jenis Ultisol yaitu mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia. Kesuburan jenis tanah ini umumnya rendah. Tingginya kandungan Al, Fe, dan Mn disertai rendahnya kandungan P dan Ca, merupakan penghambat utama bagi pertumbuhan tanaman.

Tanaman menyerap unsur fosfor dalam bentuk ion bermuatan negatif (ion ortofosfat), dimana ion ini tidak banyak tersedia dalam larutan tanah, karena adanya ion lain seperti Fe, Al, atau Ca yang bereaksi dengan ion ortofosfat menjadi bentuk tambahan yang tidak tersedia, dimana aktifitas ion-ion tersebut dikendalikan oleh pH. Pada tanah-tanah dengan pH rendah oksidan hidroksida dari Fe dan Al tidak reaktif dibandingkan dengan Ca, dan sebaliknya pada tanah-tanah dengan pH tinggi. Pada pH rendah jerapan P terjadi oleh Fe dan Al, sedangkan pada pH di atas 7,0 fiksasi dilakukan oleh Ca dan Mg yang banyak tersedia dan larut, sehingga P tidak tersedian bagi tanaman. Sedangkan pengaruh waktu reaksi adalah semakin lama antara P dan tanah bersentuhan semakin banyak P terfiksasi, hal ini dihubungkan dengan kemungkinan akan terjadi bentuk Al-P atau Fe-P, yang selanjutnya P terkepung (*occluded P*) yang jauh lebih sukar larut. Sehubungan dengan itu maka dosis dan waktu pemberian pupuk fosfat harus dipertimbangkan, dengan demikian penelitian pemupukan P yang diberikan pada

waktu yang berbeda memungkinkan memberi hasil pertumbuhan dan hasil sorgum yang berbeda pula.

Sorgum adalah salah satu tanaman yang adaptasinya luas dan berpotensi baik untuk dikembangkan dengan penerapan teknologi budidaya yang tepat seperti penggunaan varietas unggul dan pemupukan yang tepat, baik dosis maupun waktu pemberiannya. Pemupukan yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dapat mengoptimalkan proses-proses fisiologis tanaman. Proses fisiologis yang optimal dapat mendorong tanaman untuk memberikan respon pertumbuhan, hasil, dan kualitas yang optimal pula. Mengingat tanaman sorgum selama pertumbuhannya mempunyai beberapa fase, yaitu fase vegetatif, fase generatif, dan fase masak maka pemberian pupuk P akan lebih efisien bila memperhatikan fase-fase tanaman tersebut.

Berkaitan dengan dikemukakan di atas, masalah yang diidentifikasi dapat dirumuskan sebagai berikut : 1). Bagaimanakah pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum yang diberi pupuk fosfat berbagai dosis dengan waktu pemberian berbeda pada Ultisol ; 2). Bilamanakah dan dengan dosis berapakah jumlah fosfat diberikan untuk memperoleh hasil biji sorgum yang lebih tinggi pada Ultisol

Maksud penelitian untuk mengkaji respon tanaman sorgum yang diberikan pupuk fosfat dengan berbagai dosis dan variasi waktu pemberian. Sedangkan tujuan percobaan adalah diperolehnya ketepatan dosis dan waktu pemupukan fosfat yang tepat pada tanaman sorgum di Ultisol. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan positif pada perkembangan ilmu tanaman dan teknologi budidaya pertanian, terutama budidaya tanaman sorgum.

Penelitian dilaksanakan di lahan Balai Pelatihan Pertanian (BPP) Jambi, Kecamatan Mestong, Kabupaten Muaro Jambi, Propinsi Jambi mulai dari bulan Maret sampai Juni 2009, ketinggian tempat 24 m dpl. Bahan yang digunakan adalah : benih sorgum varietas Numbu, Urea, KCl, SP-36, dan Curater. Sedangkan alat yang digunakan adalah : parang, cangkul, meteran, tugal kayu, leaf area meter, oven, timbangan, alat-alat tulis dan gunting.

Percobaan faktorial 3×3 dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan tiga kali ulangan. Faktor I adalah dosis pemupukan fosfat terdiri atas tiga taraf

yaitu : dosis 100 kg SP-36/ha (36 kg P_2O_5 /ha), dosis 150 kg SP-36/ha (54 kg P_2O_5 /ha) dan dosis 200 kg SP-36/ha (72 kg P_2O_5 /ha). Sedangkan faktor II adalah waktu pemupukan yang terdiri atas tiga taraf yaitu : $\frac{1}{2}$ dosis 7 hari sebelum tanam + $\frac{1}{2}$ dosis saat tanam, $\frac{1}{2}$ dosis saat tanam + $\frac{1}{2}$ dosis 7 hari setelah tanam dan $\frac{1}{2}$ dosis 7 hari setelah tanam + $\frac{1}{2}$ dosis 14 hari setelah tanam.

Variabel yang diamati adalah : Tinggi tanaman, indek luas daun (ILD), bobot kering tanaman, laju tumbuh tanaman (LTT), laju asimilasi bersih (LAB), panjang malai, jumlah biji per malai, berat 1000 biji, hasil ton ha⁻¹, residu P di tanah dan kandungan P jaringan. Data hasil pengamatan dianalisis secara statistik dengan sidik ragam, dilanjutkan dengan uji Beda Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test/DMRT*) pada taraf $\alpha = 5\%$.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi dosis dan waktu pemupukan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum di Ultisol, interaksi terjadi pada residu P di tanah dan kandungan P jaringan ; Waktu pemberian fosfat tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum di Ultisol, tetapi pemberian dosis pemupukan fosfat berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman umur 6 dan 8 MST, indeks luas daun (ILD) umur tanaman 3 MST, bobot kering tanaman 7 dan 8 MST, laju tumbuh tanaman (LTT) 6 ke 7 MST, berat biji per malai, berat 1000 biji dan terhadap hasil sorgum ha⁻¹, tetapi tidak memberikan pengaruh terhadap laju asimilasi bersih (LAB), panjang malai dan jumlah biji per malai ;

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa : (1). tidak terdapat interaksi dosis dan waktu pemupukan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum di Ultisol ; (2) Pemberian beberapa taraf dosis pemupukan fosfat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum di Ultisol, dimana dengan pemberian dosis 72 kg P/ha memberikan hasil tertinggi yaitu 5,89 ton/ha ; (3) Waktu pemberian fosfat tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum di Ultisol. Selanjutnya berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat disarankan adalah diperlukan penelitian lebih lanjut dengan dosis pemupukan P lebih dari 72 kg P/ha pada berbagai waktu pemupukan yang berbeda.

**KAJIAN DOSIS DAN WAKTU PEMUPUKAN FOSFAT
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN SORGUM
(*Sorghum bicolor* L.) DI ULTISOL**

Oleh :

**PURNADI
BP. 07 201 005**

TESIS

**Sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister Pertanian
pada Program Pascasarjana Universitas Andalas**

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2009

UNIVERSITAS ANDALAS

FAKULTAS KEDOKTERAN

JURUSAN KEPERAWATAN



FAKULTAS KEDOKTERAN

JURUSAN KEPERAWATAN

2024

2024

Judul Penelitian : Kajian Dosis dan Waktu Pemupukan Fosfat Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sorgum (*Sorghum Bicolor* L.) di Ultisol

Nama Mahasiswa : Purnadi

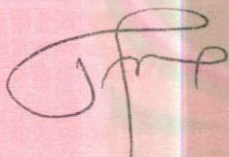
Nomor Buku Pokok : 07201005

Program Studi : Agronomi

Tesis ini telah diuji dan dipertahankan di depan sidang panitia ujian akhir Magister Pertanian pada Program Pascasarjana Universitas Andalas dan dinyatakan lulus pada tanggal 11 November 2009

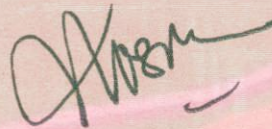
Menyetujui

1. Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Auzar Syarif, M.S

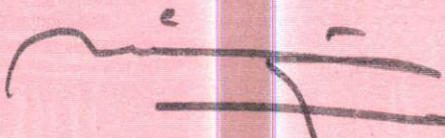
Ketua



Dr. Ir. H. Nasrez Akhir, MS

Anggota

2. Ketua Program Studi Agronomi



Prof. Dr. Ir. Zulfadly Syarif, M.P
NIP. 131 411 282

3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. H. Novirman Jamarun, M.Sc
NIP. 130 819 552



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi tesis yang saya tulis ini dengan judul “**Kajian Dosis dan Waktu Pemupukan Fosfat Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) di Ultisol**” adalah murni hasil karya saya sendiri dan sepengetahuan saya belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Magister di Perguruan Tinggi manapun.

Dalam tulisan ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali ditulis dengan jelas sebagai kutipan dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Padang, 11 November 2009
Yang membuat pernyataan

Purnadi
Bp. 07 201 005

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada hari Senin tanggal 12 Juni 1966 di Desa Lubuk Ruso Kec. Pemayung Kab. Batanghari Prop. Jambi, sebagai anak kedua dari empat bersaudara dengan ayah Abdul Wahab Ahmad (almarhum) dan Ibu Nurkiyah (almarhum). Penulis menamatkan Sekolah Dasar (SD) di Lubuk Ruso tahun 1981, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di Muara Bulian tahun 1984, dan Sekolah Pertanian Pembangunan (SPP) Jambi tahun 1987. Sejak tahun 1988 sampai 1990 penulis mengabdikan diri dipemerintahan Desa sebagai Sekretaris Desa dan Guru bantu di MTs.Al.Ihksan Desa Lubuk Ruso, tahun 1990 sampai 1994 penulis bekerja sebagai tenaga honorer di Balai Latihan Penyuluh Pertanian (BLPP) Jambi dan diangkat sebagai PNS pada 1 Maret 1996, sampai saat ini penulis masih bekerja di Balai Pelatihan Pertanian (BPP) dulunya BLPP. Penulis memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Graha Karya (STIP-GK) Muara Bulian – Jambi tahun 1998 program studi Agronomi.

Pada tanggal 9 April 1998 penulis menikah dengan Bd. Seri Suwartik dan dikaruniai empat orang anak, 2 (dua) orang putra dan 2 (dua) orang putri, yaitu Muhammad Fandra Syahyoga (almarhum), Wahyu Ramadhan, Nadhifah Azzahrah, dan Nadhila Syahkirah

Pada bulan September 2007 Penulis mendapat kesempatan untuk melanjutkan pendidikan di Universitas Andalas Padang pada program studi Agronomi dengan bantuan dana dari Departemen Pertanian.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul “Kajian Dosis dan Waktu Pemupukan Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) di Ultisol”. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai derajat Magister pada Program Studi Agronomi Pascasarjana Universitas Andalas.

Ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Auzar Syarif, MS, selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. H. Nasrez Akhir, MS, sebagai Dosen Pembimbing II, yang telah banyak memberi arahan dan bimbingan selama penelitian dan penyusunan tesis ini.

Selanjutnya ucapan terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu selama penelitian dan dalam penyelesaian tesis ini.

Saran-saran dari semua pihak untuk perbaikan tesis ini sangat penulis harapkan, dan semoga tesis ini dapat bermanfaat.

Padang, 11 November 2009

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
 BAB I. PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah	6
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	7
1.4. Kegunaan Penelitian.....	8
1.5. Kerangka Pemikiran.....	9
 BAB II. TINJUAN PUSTAKA	 10
2.1. Tanaman Sorgum	10
2.2. Fosfor (P)	12
2.3. Ultisol.....	16
 BAB III. BAHAN DAN METODE	 19
3.1. Tempat dan Waktu	19
3.2. Bahan dan Alat.....	19
3.3. Rancangan Percobaan	19
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	20

3.5. Pengamatan	22
3.6. Analisis Data	25
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1. Keadaan Umum Selama Percobaan	26
4.2. Pertumbuhan dan Hasil	27
4.2.1. Tinggi Tanaman	27
4.2.2. Indeks Luas Daun rata-rata (\overline{ILD}).....	31
4.2.3. Bobot Kering Brangkasan.....	35
4.2.4. Laju Tumbuh Tanaman rata-rata (\overline{LTT})	40
4.2.5. Laju Asimilasi Bersih rata-rata (\overline{LAB}).....	44
4.2.6. Jumlah Biji	47
4.2.7. Berat Biji	49
4.2.8. Hasil	51
4.3. Serapan P	54
4.3.1. Residu P di Tanah	54
4.3.2. Kandungan P Jaringan	55
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1. Kesimpulan	58
5.2. Saran	58
 DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Panjang malai rata-rata hasil pemberian dosis dan waktu pemupukan fosfat.....	47
2.	Jumlah biji per malai rata-rata hasil pemberian dosis dan waktu pemupukan fosfat	48
3.	Berat biji per malai rata-rata hasil pemberian dosis dan waktu pemupukan fosfat.....	49
4.	Berat 1000 biji rata-rata hasil pemberian dosis dan waktu pemupukan fosfat.....	50
5.	Hasil produksi berat rata-rata biji sorgum per hektar hasil dosis dan waktu pemupukan fosfat.....	51
6.	Residu P di tanah rata-rata hasil pemberian dosis dan waktu waktu pemupukan fosfat.....	54
7.	Kandungan P jaringan rata-rata tanaman hasil pemberian dosis dan waktu pemupukan fosfat.....	56

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Rata-rata tinggi tanaman umur 3 – 8 MST akibat pemberian dosis pemupukan	27
2.	Indeks luas daun rata-rata \overline{ILD} umur 3 – 8 MST akibat pemberian dosis pemupukan	33
3.	Rata-rata bobot kering brangkasan umur tanaman 3 – 14 MST akibat pemberian dosis pemupukan.....	36
4.	Laju tumbuh tanaman rata-rata (\overline{LTT}) pada umur 3 – 8 MST akibat pemberian dosis pemupukan.....	42
5.	Laju asimilasi bersih rata-rata (\overline{LAB}) pada umur minguan 3 ke 4 MST sampai 7 ke 8 MST akibat pemberian dosis pemupukan.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Hasil rata-rata pengamatan :	
a.	Tinggi tanaman umur 3 – 8 MST	64
b.	Indeks luas daun rata-rata (\overline{ILD}) umur 3 – 8 MST	64
c.	Bobot kering brangkasan umur 3 – 8 MST	64
d.	Laju tumbuh tanaman rata-rata (\overline{LTT}) umur 3 – 8 MST	64
e.	Laju asimilasi bersih rata-rata (\overline{LAB}) umur 3 – 8 MST	64
2.	Hasil analisis sifat kimia tanah awal	65
3.	Data curah hujan Maret – Juni 2009 Kabupaten Muaro Jambi.....	66
4.	Data hujan bulanan tahun 2004 – 2009 Kabupaten Muaro Jambi	67
5.	Denah percobaan tanaman sorgum di lapangan dengan pemberian pupuk fosfat berbagai dosis dan waktu pemupukan.....	68
6.	Prosedur analisis tanah di laboratorium	69
7.	Prosedur analisis jaringan tanaman di laboratorium	73
8.	Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah *)	75

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengembangan dan peningkatan produksi pertanian terus dilakukan guna mengimbangi kebutuhan pangan sebagai akibat jumlah penduduk yang terus meningkat. Pemenuhan kebutuhan pangan tersebut dilakukan dengan mengupayakan peningkatan produksi beberapa komoditi pangan yang ada. Salah satu komoditi pangan yang telah lama diusahakan dan mendapat perhatian dari pemerintah saat ini adalah tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L.)

Sorgum adalah tanaman sereal yang potensial untuk dibudidayakan dan dikembangkan, khususnya pada daerah-daerah marginal dan kering di Indonesia (Dajue dan Guangwei, 2000). Mudjisihono dan Suprpto (1987) mengemukakan tanaman sorgum mempunyai ketahanan tumbuh lebih baik dibanding tanaman sereal lain di lahan kering dengan iklim kering, daya adaptasi agroekologi yang luas, tahan terhadap kekeringan, produksi tinggi, perlu input lebih sedikit serta lebih tahan terhadap hama dan penyakit (Sumarno dan Karsono 1996).

Sebagai bahan pangan, sorgum berada pada urutan ke-5 di dunia setelah gandum, padi, jagung dan barley (ICRISAT/FAO, 1996). Di negara maju biji sorgum disamping sebagai bahan pangan digunakan juga sebagai pakan ternak unggas, sedang batang dan daunnya untuk ternak ruminansia. Sebagai bahan pangan dan pakan ternak alternatif, sorgum memiliki kandungan nutrisi yang baik, bahkan kandungan protein bijinya lebih tinggi dari pada beras, dimana dari berat kandungan 100 g^{-1} , protein sorgum 11,0 g sedangkan beras 6,8 g.

Selain bahan pangan dan pakan ternak biji sorgum juga merupakan bahan baku industri seperti industri etanol, sebagai bahan baku bioetanol, sorgum dapat berkompetisi dengan molases tebu. Tanaman sorgum memiliki produksi biji dan biomasa yang jauh lebih tinggi dibanding tebu, adaptasi tanaman sorgum jauh lebih luas dibanding tebu sehingga sorgum dapat ditanam di hampir semua jenis lahan, baik lahan subur maupun lahan marjinal. Sorgum disamping memiliki sifat lebih tahan terhadap kekeringan juga tahan salinitas tinggi dan genangan air (*water lodging*), Sorgum memerlukan pupuk relatif lebih sedikit dan pemeliharaannya lebih mudah dari pada tebu, laju pertumbuhan tanaman sorgum jauh lebih cepat, umumnya hanya 3,5 – 4 bulan dibanding tebu 7 bulan

Departemen Pertanian menargetkan pengembangan produksi sorgum secara Nasional tahun 2007 sebesar 57.000 ton dengan luas lahan tanam 19.000 hektar. Jumlah itu akan ditingkatkan pada tahun 2009 dengan menargetkan produksi 75.000 ton. Selanjutnya untuk tahun 2010 ditargetkan produksi etanol dari sorgum sebesar 22,51 juta kilo liter (Barani, 2007). Untuk mencapai target tersebut tentu diperlukan usaha peningkatan produktivitas, yaitu melalui penerapan teknologi budidaya seperti penggunaan varietas hibrida, pemupukan yang optimal, pengairan dan pengendalian hama penyakit (Sumarno dan Karsono 1996)

Menurut data Badan Pertanahan Nasional (BPN) tahun 2005 sekitar 81.176 hektar lahan pertanian di Pulau Jawa telah dialih fungsikan menjadi areal pemukiman dan industri. Fakta ini menunjukkan risikonya ketahanan pangan nasional jika hanya mengandalkan satu komoditi saja, yakni beras. Oleh karena itu upaya pengembangan pangan alternatif yang berbasis umbi-umbian, tanaman pohon atau biji-bijian, menjadi amat penting. Tanaman sorgum adalah salah satu pilihan utamanya

Seperti diketahui bahwa lahan-lahan pangan yang tersedia maupun yang disediakan didominasi oleh tanah-tanah mineral masam yang bermasalah, diantaranya yang terluas adalah jenis Ultisol. Kesuburan kimia, fisika, dan biologi jenis tanah ini umumnya rendah. Tingginya kandungan Al, Fe, dan Mn disertai rendahnya kandungan P dan Ca, beberapa unsur hara makro dan mikro lainnya pada tanah ini merupakan penghambat utama bagi pertumbuhan tanaman (Hakim *et al*, 1986). Apabila tanah ini dikelola dengan baik misalnya melalui teknologi pemupukan, terutama pupuk fosfat (P) dan ditanami dengan tanaman yang toleran terhadap permasalahan ini, maka lahan ini merupakan potensi yang besar untuk pengembangan pertanian.

Fase pertama hara tanaman berpindah tempat dalam tanah dari suatu tempat ke permukaan akar tanaman. Hara diserap tanaman dalam bentuk ion bermuatan positif dan bermuatan negatif. Ion ini umumnya terikat dalam kompleks jerapan tanah. Ada ion yang larut dalam air, ion tersebut sukar diserap karena selalu ikut air, bahkan umumnya hilang tercuci ke lapisan bawah di luar perakaran tanaman, tetapi ion ini sebagian juga diikat oleh koloid tanah dan tidak ikut pergerakan air lagi. Tanaman menyerap unsur fosfor dalam bentuk ion bermuatan negatif (ion ortofosfat), dimana ion ini tidak banyak tersedia dalam larutan tanah, karena adanya ion lain seperti Fe, Al, atau Ca yang bereaksi dengan ion ortofosfat menjadi bentuk tambahan yang tidak tersedia, dimana aktifitas ion-ion tersebut dikendalikan oleh pH. Pada tanah-ranah dengan pH rendah oksidan hidroksida dari Fe dan Al tidak reaktif dibandingkan dengan Ca, dan sebaliknya pada tanah-tanah dengan pH tinggi (Sanches, 1976). Sehubungan dengan hal itu, Ultisol yang mengalami pelapukan lanjut dan bersifat sangat masam umumnya mempunyai kapasitas fiksasi yang sangat tinggi terhadap

fosfat. Sejalan dengan pendapat Tisdale dan Nelson (1975) bahwa macam bahan induk tanah, bahan organik, kemasaman tanah, iklim dan waktu dari reaksi tanah akan menentukan nilai kapasitas jerapan fosfat dalam tanah.

Pada pH rendah jerapan P terjadi oleh Fe dan Al, sedangkan pada pH di atas 7,0 fiksasi dilakukan oleh Ca dan Mg yang banyak tersedia dan larut, sehingga P tidak tersedian bagi tanaman. Sedangkan pengaruh waktu reaksi adalah semakin lama antara P dan tanah bersentuhan semakin banyak P terfiksasi, hal ini dihubungkan dengan kemungkinan akan terjadi bentuk Al-P atau Fe-P, yang selanjutnya P terkepung (*occluded P*) yang jauh lebih sukar larut. Hal ini sejalan dengan Nyakpa *cit.* (1985) bahwa ketersediaan P tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya tipe liat, pH tanah dan waktu reaksi.

Ketersediaan P tanah untuk tanaman terutama sangat dipengaruhi oleh sifat dan ciri tanahnya sendiri yang dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu : 1) tipe liat, 2) pH tanah, 3) waktu reaksi, 4) temperatur dan 5) bahan organik tanah. Di samping itu penggenangan juga dapat mempengaruhi. Fosfat menjadi tidak tersedia dan tidak larut disebabkan fiksasi oleh mineral-mineral liat dan ion-ion AL, Fe, Mg, ataupun Ca yang banyak larut, membentuk senyawa kompleks dan tidak larut. Suatu kenyataan bahwa ketersediaan P tanah sangat dipengaruhi oleh pH tanah, pada kebanyakan tanah kesediaan P maksimum dijumpai pada kisaran pH antara 5,5 – 7,0. Ketersediaan P akan menurun bila pH tanah lebih rendah dari 5,5 atau lebih tinggi dari 7,0. Pada pH rendah jerapan P terjadi oleh ion Fe dan Al. Diatas pH 7,0 fiksasi atau jerapan dilakukan oleh ion Ca dan Mg dan magnesium yang banyak tersedia dan larut yang menyebabkan P mengendap. Pada tanah yang mempunyai kemampuan jerapan (fiksasi) tinggi, waktu penyerapan P akan lebih pendek, demikian juga

sebaliknya apabila pada tanah yang mempunyai kemampuan jerapan (fiksasi) rendah maka waktu penyerapan P akan lebih panjang (Nyakpa *et al*, 1988). Selanjutnya dinyatakan bahwa pengaruh waktu reaksi adalah semakin lama antara P dan tanah bersentuhan, semakin banyak P terfiksasi. Hal ini dihubungkan dengan kemungkinan akan terjadi bentuk Al-P ataupun Fe-P yang selanjutnya *occluded-P* (P terkepung) yang jauh akan lebih sukar larut. (Nyakpa *et al*, 1988). Sehubungan dengan itu maka dosis dan waktu pemberian pupuk fosfat harus dipertimbangkan. Dengan demikian penelitian pemupukan P yang diberikan pada waktu yang berbeda memungkinkan memberi hasil pertumbuhan dan hasil sorgum yang berbeda pula.

Pemupukan yang tepat baik dosis dan waktu pemberian yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dapat mengoptimalkan proses-proses fisiologis tanaman. Proses fisiologis yang optimal dapat mendorong tanaman untuk memberikan respon pertumbuhan, hasil, dan kualitas yang optimal pula.

Dikatakan oleh Rismunandar (1989), bahwa anjuran dosis pemupukan P pada tanaman sorgum per hektar adalah 30 kg P_2O_5 sedangkan menurut Mudjisihono dan Suprpto (1987) sebanyak 45 kg P_2O_5 . Oleh sebab itu kajian dosis dan waktu pemberian P yang tepat untuk tanaman sorgum masih perlu dilakukan terutama pada lahan-lahan bermasalah seperti ultisol.

Mengingat tanaman sorgum selama pertumbuhannya mempunyai beberapa fase, yaitu fase vegetatif, fase generatif, dan fase masak maka pemberian pupuk P akan lebih efisien bila memperhatikan fase-fase tanaman tersebut, dengan kata lain dosis pupuk dan waktu pemupukan akan mempengaruhi serapan P yang efisien bagi tanaman sorgum. Efektifitas yang tinggi dari pupuk fosfor sangat dipengaruhi oleh jumlah, cara dan waktu pemberian. Hasil yang tinggi dengan penggunaan pupuk

yang efisien dapat meningkatkan pendapatan petani. Penerapan yang tepat serta sesuai dengan kondisi lahan adalah suatu cara untuk meningkatkan produktivitas tanaman (Sutoro.Y, Soelaeman dan Iskandar, 1988).

1.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Sorgum merupakan tanaman yang memiliki prospek pengembangan di Indonesia karena produk sorgum masih dibutuhkan dalam jumlah besar sedangkan produksi yang dicapai belum sebesar kebutuhan. Salah satu upaya peningkatan produksi sorgum adalah dengan penerapan unsur teknologi yang tepat pada lokasi atau karakter lahan, salah satunya adalah pemberian hara atau pemupukan tanaman yang tepat.

Tersedianya lahan yang mempunyai potensi sangat menunjang dalam usaha untuk meningkatkan produksi sorgum adalah ultisol. Namun, kendala yang dihadapi dalam mengelola tanaman sorgum di lahan kering antara lain adalah defisiensi unsur hara, terutama P. Hal ini karena jumlah P yang ada dalam tanah sering tidak tersedia oleh tanaman karena terfiksasi oleh Al dan Fe (Soepardi, 1979). Pemberian pupuk dalam jumlah dan waktu yang tepat merupakan pertimbangan penting dalam melakukan suatu pemupukan. Serapan unsur hara yang besar oleh tanaman akan memberikan pengaruh dalam peningkatan hasil.

Pertambahan P ke dalam tanah dapat berasal dari berbagai sumber, yaitu ; (1) dari pupuk fosfat, (2) pelapukan mineral-mineral yang mengandung P dan (3) dari sisa hewan dan tanaman. Pertambahan P ke dalam tanah yang berasal dari sisa hewan dan tanaman sangat kecil, karena konsumsi fosfat oleh tanaman dan hewan sedikit, demikian juga dengan pelapukan mineral yang mengandung P sangat rendah

dan dalam waktu yang relatif lama. Sehingga dengan demikian penambahan P ke dalam tanah yang terbesar adalah dari pupuk fosfat sintetis (Nyakpa et al., 1988)

Pemupukan P berperan cukup penting karena tanaman yang tumbuh di tanah yang kekurangan P kurang baik pertumbuhannya, pucat, dan hasilnya rendah (Harris dan Karmas, 1989). Pemupukan P dapat merangsang pertumbuhan awal bibit tanaman. P merangsang pembentukan bunga, buah dan biji, bahkan mampu mempercepat pemasakan buah dan membuat biji lebih bernas. Pupuk P yang berasal dari pupuk buatan merupakan hal yang sangat berguna bagi tanaman karena cepat dan mudah tersedia bagi tanaman dalam bentuk ion orthofosfat primer (H_2PO_4^-) dan ion orthofosfat sekunder (HPO_4^{2-}). Dengan memberikan pupuk P maka tanaman akan mudah melakukan serapan P, yang berarti semakin banyak pupuk P yang diberikan semakin banyak pula serapan P oleh tanaman. Serapan P yang banyak akan menyediakan energi kimiawi yang banyak pula. Energi ini digunakan dalam proses fisiologis tanaman seperti pembentukan protein.

Berkaitan dengan hal-hal yang dikemukakan di atas, masalah yang diidentifikasi dirumuskan sebagai berikut :

- 1) Bagaimanakah pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum yang diberi pupuk fosfat berbagai dosis dengan waktu pemberian berbeda pada Ultisol
- 2) Bilamanakah dan dengan dosis berapakah jumlah fosfat diberikan untuk memperoleh hasil biji sorgum yang lebih tinggi pada Ultisol

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan maksud untuk mengkaji respon tanaman sorgum yang diberikan pupuk fosfat dengan berbagai dosis dan variasi waktu

pemberian. Sedangkan tujuan percobaan adalah diperolehnya ketepatan dosis dan waktu pemupukan fosfat yang tepat pada tanaman sorgum di Ultisol.

1.4. Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan positif pada perkembangan ilmu tanaman dan teknologi budidaya pertanian, terutama budidaya tanaman sorgum. Pada pengembangan ilmu tanaman, penelitian itu dapat memberikan sumbangan pada ilmu pupuk dan pemupukan. Berdasarkan hal itu dapat disusun teknologi budidaya tanaman sorgum di Ultisol guna memenuhi kebutuhan akan sorgum produksi dalam negeri.

1.5. Kerangka Pemikiran

Upaya meningkatkan produksi sorgum adalah dengan penerapan teknologi budidaya yang tepat, yang salah satunya adalah pemakaian pupuk sehingga diharapkan dapat meningkatkan produktivitas sorgum per luas areal. Salah satu unsur makro yang penting bagi tanaman sorgum dan sering diberikan penambahannya kedalam tanah adalah unsur fosfor (P). Unsur P ini umumnya di daerah tropis merupakan salah satu unsur hara pembatas pertumbuhan dan produksi tanaman yang menempati urutan ketiga setelah air dan nitrogen. Fosfor berperan penting dalam proses pertumbuhan dan produksi tanaman karena mampu menyediakan energi kimiawi yang dibutuhkan pada kegiatan metabolisme tanaman (Ismail *et al.*, 2001). Unsur P diperlukan tanaman dalam transfer energi, sehingga tanaman yang kekurangan unsur hara P akan tumbuh kerdil dan kurus (Gardner *et al.*, 1991).

Makin besar tersedianya unsur P di dalam tanah dengan melakukan pemupukan P, maka makin besar serapan P oleh tanaman, terutama dalam pembentukan akar

yang akhirnya berfungsi menyerap unsur-unsur hara lainnya. Dengan demikian unsur P akan menentukan hasil tanaman baik dalam bentuk penampakan vegetatif seperti tinggi tanaman dan luas daun yang akhirnya meningkatkan jumlah klorofil, maupun hasil asimilat seperti berat kering jaringan tajuk dan akar

Hasil utama yang diharapkan dari tanaman sorgum adalah biji dan batangnya maka unsur hara P harus diperhatikan. Kekurangan P mengakibatkan pertumbuhan dan hasil sorgum menjadi tidak sempurna. Guna memenuhi kebutuhan unsur hara tertentu maka yang paling efektif adalah dengan pemberian pupuk buatan (pupuk anorganik). Pada pertumbuhannya semasa kecil merupakan waktu-waktu kritis; apabila fosfat yang ada dalam tanah tidak cukup, maka pertumbuhannya menjadi kurus dan kerdil. Pupuk P yang baik adalah pupuk super fosfat yang larut dalam air, dalam hal ini SP-36, pemupukan dengan menggunakan pupuk buatan dosis dan waktu aplikasi SP-36 akan dapat memberikan gambaran untuk mengetahui efisiensi pupuk P terhadap pertumbuhan dan hasil sorgum.

Lahan untuk pengembangan tanaman umumnya adalah lahan kering yang bermasalah terutama jenis Ultisol yang tingkat kesuburannya rendah. Tanah ini miskin kandungan hara terutama P yang sering menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman. Melalui pemberian pupuk P ke dalam tanah akan dapat merubah serapan hara P oleh tanaman. Pemupukan P akan dapat meningkatkan jumlah P total maupun ketersediaan P di dalam tanah, bahkan bila terjadi pengikatan oleh partikel-partikel tanah atau senyawa lain, P yang terikat tersebut tetap lebih mudah larut dari P yang berasal dari tanah. Dengan kata lain, P yang berasal dari pupuk lebih mudah tersedia dari P yang berasal dari tanah (Thompson dan Troeh, 1978).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Sorgum

Sorgum (*Sorghum bicolor* L) merupakan tanaman famili *Graminae* dan termasuk tanaman C_4 yang dapat menghasilkan produk fotosintesis tinggi. Ditinjau dari segi kondisi lingkungan tanaman ini teradaptasi pada banyak faktor, seperti intensitas cahaya matahari, suhu siang dan malam yang tinggi, kesuburan tanah yang relatif rendah. Fotorespirasi sangat rendah, transpirasi rendah dan efisien dalam penggunaan air. Sifat fisiologis dan anatomi inilah yang sangat menguntungkan dan kaitannya hasil produk akhir berupa biji.

Tanaman sorgum dinamakan *unta* di antara tanaman lain, karena mempunyai sifat tahan kekeringan, tahan terhadap kadar garam tinggi, daya adaptasi pertumbuhan yang baik (Dajue dan Guangwei, 2000). Menurut Mudjisihono dan Suprpto (1987) tanaman sorgum mempunyai ketahanan tumbuh lebih baik dibanding tanaman sereal lain di lahan kering dengan iklim kering, dan dapat dipanen beberapa kali (dikepras). Daun sorgum dilapisi oleh sejenis lilin yang agak tebal yang berwarna putih. Lapisan lilin ini mempunyai fungsi untuk menahan atau mengurangi penguapan air, dengan kata lain mendukung resistensi terhadap kekeringan. Jumlah daun sorgum berkisar antara 6 – 12 helai, setiap helai didukung oleh kelopak daun yang melekat pada batang (Anonim, 2004)

Batang sorgum tegak lurus dan beruas-ruas, setiap ruas mempunyai alur yang letaknya berselang-selang. Dari setiap buku keluar daun berhadapan dengan alur. Kuntum yang berada dibawah dasar aluran dapat membentuk cabang baru yang dapat juga berbunga/berbuah. Cabang baru yang berakar dapat dipergunakan sebagai bibit (stek). Batang sorgum ada yang mengandung air dengan kadar gula yang cukup

tinggi, ada juga yang berair tetapi tidak manis. Tinggi batang sorgum dapat mencapai 3,5 meter.

Sorgum dapat bertoleransi pada keadaan yang panas dan kering, tetapi juga dapat tumbuh pada daerah yang bercurah hujan tinggi atau tempat-tempat yang tergenang. Tanaman sorgum lebih tahan kekeringan karena beberapa hal berikut :

- a. Bagian tanaman di atas permukaan tanah tumbuh lambat sampai sistem perakaran sudah kokoh.
- b. Sorgum membentuk akar-akar sekunder dua kali sebagaimana halnya jagung.
- c. Penimbunan silika pada endodermis akan mencegah terjadi kolaps tanaman selama adanya tekanan kekurangan air.
- d. Permukaan daunnya dilapisi oleh lapisan lilin dan dapat menggulung bila mengalami kekeringan.
- e. Proses evapotranspirasi pada sorgum kira-kira setengah dari jagung.
- f. Sorgum membutuhkan kira-kira 20% air kurang dari jagung untuk menghasilkan sejumlah ekivalen bahan kering.
- g. Tanaman Sorgum dapat bersaing dengan gulma sesaat setelah tanaman tumbuh kokoh.
- h. Tanaman sorgum dapat berada dalam keadaan istirahat (dorman) selama masa kekeringan dan memulihkan pertumbuhannya kembali setelah kondisi menjadi sesuai/baik. Sifat tanaman sorgum inilah yang paling istimewa, yang memungkinkan berproduksinya tanaman pada kondisi yang terbatas, ataupun dalam curah hujan yang tak menentu.

Suhu optimum untuk pertumbuhan sorgum berkisar antara 23°C - 30°C dengan kelembaban relatif 20 - 40 %. Pada daerah-daerah dengan ketinggian 800 m

dari permukaan laut dimana suhunya kurang dari 20° C, pertumbuhan tanaman akan terhambat. Selama pertumbuhan tanaman, curah hujan yang diperlukan adalah berkisar antara 375 - 425 mm. Beberapa rekomendasi dalam budidaya sorgum pemberian P berkisar antara 36 - 72 kg P_2O_5 per hektar atau setara dengan 100 sampai dengan 200 kg SP-36.

Tanaman ini dapat tumbuh baik pada tanah-tanah berat yang sering kali tergenang. Sorgum juga dapat tumbuh pada tanah-tanah berpasir, dapat tumbuh pada pH tanah berkisar 5,0 - 5,5 dan lebih bertoleransi terhadap salin (garam). Tanaman sorgum dapat berproduksi pada tanah yang terlalu kritis bagi tanaman lainnya.

2.2. Fosfor (P)

Fosfor (P) merupakan unsur hara makro dan esensial bagi pertumbuhan tanaman. Persoalan umum yang sering dihadapi adalah tidak tersedianya P dalam tanah bagi tanaman, karena terfiksasi oleh unsur Fe dan Al. Fosfor merupakan hara esensial kedua terpenting setelah nitrogen untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Tisdale *et al.*, 1985), bahkan menurut Donahue *et al.*, (1977) P mempunyai nilai kritis ganda karena setiap sel tanaman mengandung P, demikian juga pembelahan dan perkembangan sel.

Sumber P dalam tanah ditentukan oleh susunan mineral primer dan sekunder (bahan induk), sedangkan ketersediaannya tergantung pada pH, jumlah ion dan senyawa Al, Fe, Mn, Ca, kadar bahan organik, Cu, dan Zn serta suhu dan kelembaban (Lindsay, 1971; Black, 1976; Tisdale *et al.*, 1985). Selain dari bahan induk tanah, sumber P dapat berasal dari pupuk buatan, pupuk alam atau senyawa alamiah baik organik maupun anorganik. Menurut Buckman dan Brady (1990), ketersediaan P dalam tanah ditentukan oleh (1) pH tanah; (2) kadar Fe, Al, dan Mn;

(3) kadar Ca; (4) jumlah dan tingkat dekomposisi bahan organik; dan (5) kegiatan jasad mikro.

Bentuk P organik di dalam tanah akan dimineralisasi oleh jasad mikro menjadi P anorganik. Bentuk utama dari hasil mineralisasi ini tergantung pada pH tanah, yaitu pH 5,5 hingga 7,5 bentuk fosfor tersedia berubah dari H_2PO_4^- menjadi HPO_4^{2-} dan kedua bentuk ini tersedia bagi tanaman. Bentuk-bentuk fosfor di dalam tanah umumnya mempunyai kelarutan yang rendah dalam air atau larutan tanah, sehingga P tersedia bagi tanaman rendah.

Pada pH di bawah 5,6 kelarutan Fe (hara mikro toksik) dan Al (unsur toksik) meningkat sehingga memfiksasi dan mengendapkan (presipitasi) P larutan membentuk Al-P dan Fe-P (koloid) yang kemudian kristalisasi (proses pada Fe-P lebih cepat dibanding Al-P) menjadi variscit ($\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan strengit ($\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Anion P begitu terlarut menjadi target fiksasi sehingga sedikit sekali mengalami pelindian atau bergerak ke tempat lain (immobil).

Unsur P merupakan hara yang tidak mobil, sebagian P terikat oleh partikel dan sebagian sebagai P organik dan hanya sedikit dalam bentuk tersedia dalam larutan tanah (Adiningsih, 1987), namun demikian serapan P oleh tanaman hanya dapat melalui intersepsi dan difusi dalam jarak pendek ($< 0,02$ cm), sehingga efisiensi pupuk P umumnya sangat rendah, sekitar 10 persen (Barber, 1976). Menurut Djafar tahun 1984, *cit.* Yuniarti (1999), besarnya serapan hara P melalui intersepsi akar sebesar 2% dan melalui aliran masa sebesar 5%, selebihnya serapan unsur ini melalui difusi, sedangkan menurut Barber dan Nelson tahun 1968, *cit.* Donahue *et al.* (1977) mekanisme serapan P oleh akar tanaman sorgum yang terbesar adalah melalui mekanisme difusi yaitu sebesar 90,0%, melalui aliran masa sebesar 6,3%, dan

melalui intersepsi akar sebesar 2,8%. Fosfat yang berasal dari pupuk lebih mudah larut dan diserap tanaman dibandingkan P yang terikat di dalam tanah (Thompson dan Troeh, 1978). Walaupun cadangan P di dalam tanah tinggi tetapi berada dalam keadaan terikat oleh senyawa-senyawa seperti Al-P dan Fe-P sehingga tidak dapat diambil oleh tanaman (Buckman dan Brady tahun 1982, *cit.* Hakim, 1986).

Unsur P berfungsi sebagai pemindah energi, yang tidak dapat digantikan hara lain, yang bilamana terjadi ketidak cukupan P menjadikan tanaman tidak tumbuh maksimal atau potensi hasilnya menjadi tidak maksimal atau tidak mampu melengkapi proses reproduktif normal (Mas'ud, 1992). Peranan P dalam pertumbuhan tanaman yaitu sebagai pembentuk senyawa adenosine diphosphate (ADP) dan adenosine triphosphate (ATP) yang dapat mempengaruhi proses transformasi energi dalam tanaman. Sedangkan peran P dalam perkembangan tanaman merupakan bagian utama dari senyawa deoxyribonucleic acid (DNA) sebagai penentu genetik bagi tanaman dan bagian dari senyawa ribonucleic acid (RNA) yang dapat mempengaruhi sintesis protein. Selain itu P berperan dalam proses metabolisme.

Fosfat merupakan unsur yang bersifat mobil di dalam tanaman maka apabila terjadi kekurangan pada jaringan muda maka P pada jaringan tua akan diangkut ke meristem yang sedang aktif, sehingga gejala defisiensi P akan dimulai pada jaringan yang lebih tua. Gejala defisiensi P yang tampak agak berlawanan dengan gejala defisiensi nitrogen, yaitu daun tidak menguning melainkan berwarna hijau gelap atau hijau kebiru-biruan. Kemudian pada daun-daun muda terdapat warna daun keunguan, perubahan warna pada batang dan daun menjadi merah karena akumulasi zat penjamak antosianin dan gejala kedua ialah kandungan P pada daun menjadi

berkurang. Kelebihan P jarang terjadi tetapi bila terjadi penimbunan di dalam tanaman maka peranan logam-logam berat akan terganggu.

Unsur P juga dapat memacu pertumbuhan akar serta pembentukan sistem perakaran yang baik sehingga penyerapan unsur P menjadi lebih efisien dan akhirnya mempercepat pembungaan, mempertinggi persentase pembentukan bunga menjadi buah atau biji (Setyamidjaja, 1986). Sebagai bahan pembentuk maka P terpencair-pencar dalam tubuh tanaman terutama bagian-bagian tubuh tanaman yang berhubungan dengan pembiakan generatif seperti daun-daun bunga, tangkai-tangkai sari, kepala-kepala sari, butir-butir tepung sari, daun buah dan bakal biji (Sutejo, 2002). Fosfor tersebar dengan mudah pada sebagian besar tumbuhan, dari organ yang satu ke organ yang lain, dan menghilang dari daun yang tua, menumpuk di daun yang muda dan bunga serta biji yang sedang berkembang. Akibatnya, gejala kekahatan mula-mula terlihat pada daun yang lebih dewasa (Salisbury dan Ross, 1992).

Di bawah kondisi defisiensi P, perluasan sel dan daun menjadi terhambat, penghambatan perkembangan sel daun terutama sekali terjadi pada siang hari dikarenakan menurunnya hidrolisis akar (Radin dan Eidenbock, 1984). Defisiensi P menyebabkan penurunan secara menyeluruh proses metabolik, termasuk pembelahan dan perkembangan sel, respirasi dan fotosintesis (Terry dan Ulrich, 1973).

Menurut Salisbury dan Ross (1992) tumbuhan yang kahat P menjadi kerdil dan berwarna hijau tua, berlawanan dengan tumbuhan yang kahat nitrogen. Pigmen antosianin kadang menumpuk, daun tua berwarna coklat gelap saat mati, kematangan sering tertunda bila dibandingkan dengan tumbuhan yang cukup fosfat. Pada banyak spesies terdapat hubungan yang erat antara P dan nitrogen dalam proses pematangan;

kelebihan nitrogen menunda, sedangkan terlalu banyak P mempercepat pematangan. Jika P diberikan berlebih, pertumbuhan akar sering melebihi pertumbuhan tajuk, ini menyebabkan nisbah tajuk-akar rendah, berlawanan dengan akibat kelebihan nitrogen.

Unsur P meningkatkan kandungan protein biji dan bobot biji yang selanjutnya akan meningkatkan vigor dan ketahanan simpan benih (Iowe *et al.*, 1972; Muqnisyah dan Nakamura, 1984). Disamping itu, hewan pemamah biak yang hidup dari pakan yang kekurangan fosfor dan kobalt menjadi kurus dan dagingnya bermutu rendah (Beeson tahun 1941, *cit.* Harris dan Karmas, 1989).

2.3. Ultisol

Ultisol adalah jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo *et al.* 2004). Sebaran terluas terdapat di Kalimantan (21.938.000 ha), diikuti di Sumatera (9.469.000 ha), Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi dan Nusa Tenggara (53.000 ha). Tanah ini dapat dijumpai pada berbagai relief, mulai dari datar hingga bergunung.

Ultisol dicirikan oleh adanya akumulasi liat pada horizon bawah permukaan sehingga mengurangi daya resap air dan meningkatkan aliran permukaan dan erosi tanah. Erosi merupakan salah satu kendala fisik pada tanah Ultisol dan sangat merugikan karena dapat mengurangi kesuburan tanah. Hal ini karena kesuburan tanah Ultisol sering kali hanya ditentukan oleh kandungan bahan organik pada lapisan atas. Bila lapisan ini tererosi maka tanah menjadi miskin bahan organik dan hara.

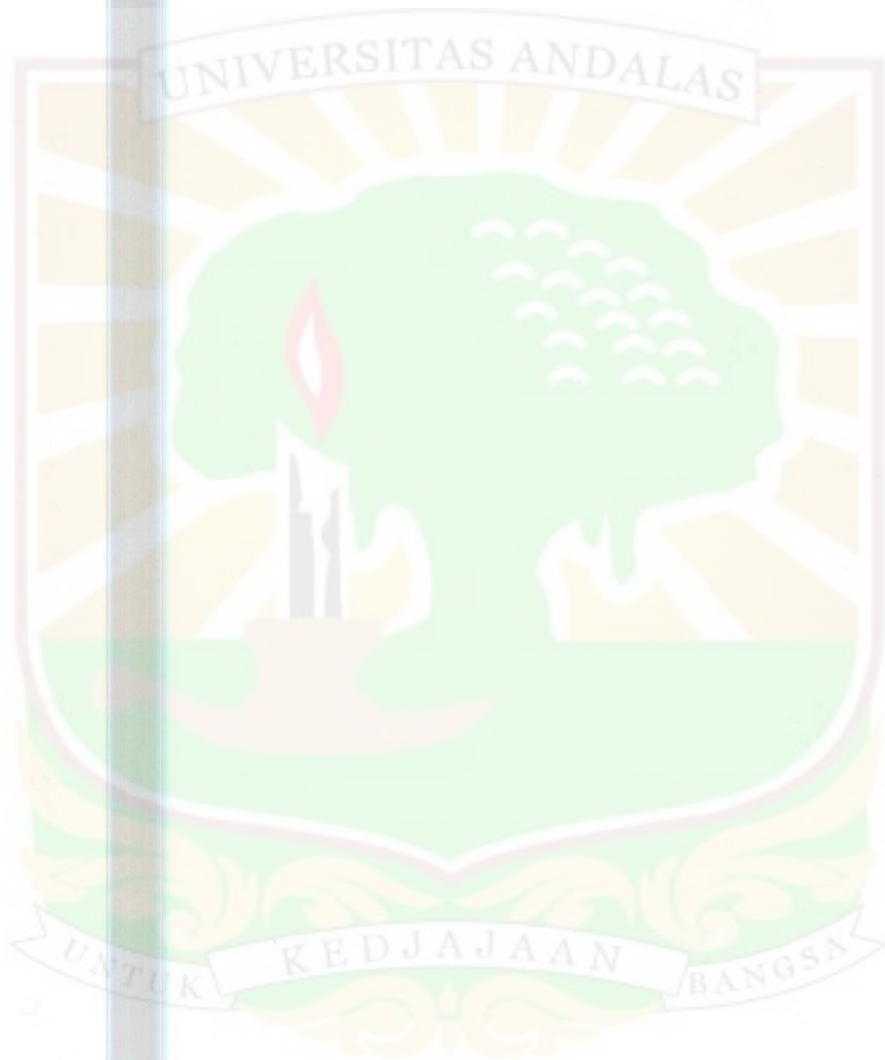
Tanah Ultisol mempunyai tingkat perkembangan lanjut, dicirikan oleh penampang tanah yang dalam, kenaikan fraksi liat seiring dengan kedalaman tanah, reaksi tanah masam, dan kejenuhan basa rendah. Pada umumnya tanah ini mempunyai potensi keracunan Al dan miskin kandungan bahan organik. Tanah ini juga miskin kandungan hara terutama P dan kation-kation dapat ditukar seperti Ca, Mg, Na, dan K, kadar Al tinggi, kapasitas tukar kation rendah, dan peka terhadap erosi (Sri Adiningsih dan Mulyadi 1993).

Nilai kejenuhan Al yang tinggi terdapat pada tanah Ultisol dari bahan sedimen dan granit ($> 60\%$), dan nilai yang rendah pada tanah Ultisol dari bahan vulkan andesitik dan gamping (0%). Ultisol dari bahan tufa mempunyai kejenuhan Al yang rendah pada lapisan atas ($5-8\%$), tetapi tinggi pada lapisan bawah ($37-78\%$). Tampaknya kejenuhan Al pada tanah Ultisol berhubungan erat dengan pH tanah.

Kandungan hara pada tanah Ultisol umumnya rendah karena pencucian basa berlangsung intensif, sedangkan kandungan bahan organik rendah karena proses dekomposisi berjalan cepat dan sebagian terbawa erosi. Pada tanah Ultisol yang mempunyai horizon kandik, kesuburan alamnya hanya bergantung pada bahan organik di lapisan atas. Dominasi kaolinit pada tanah ini tidak memberi kontribusi pada kapasitas tukar kation tanah, sehingga kapasitas tukar kation hanya bergantung pada kandungan bahan organik dan fraksi liat. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas tanah Ultisol dapat dilakukan melalui perbaikan tanah (ameliorasi), pemupukan, dan pemberian bahan organik.

Pemupukan fosfat merupakan salah satu cara mengelola tanah Ultisol, karena di samping kadar P rendah, juga terdapat unsur-unsur yang dapat meretensi fosfat yang ditambahkan. Kekurangan P pada tanah Ultisol dapat disebabkan oleh

kandungan P dari bahan induk tanah yang memang sudah rendah, atau kandungan P sebetulnya tinggi tetapi tidak tersedia untuk tanaman karena diserap oleh unsur lain seperti Al dan Fe. Ultisol pada umumnya memberikan respons yang baik terhadap pemupukan fosfat. Penggunaan pupuk P dari TSP lebih efisien dibanding P alam (Hakim dan Sedyarsa 1986)



III. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu

Percobaan lapangan yang dilaksanakan pada Lahan Praktek Balai Pelatihan Pertanian Jambi di Desa Pondok Meja, Kecamatan Mestong, Kabupaten Muarojambi, Provinsi Jambi. Jenis tanah Ultisol, pada ketinggian 24 m di atas permukaan laut. Analisis tanah dan jaringan tanaman dilaksanakan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Waktu Penelitian dimulai bulan Maret sampai bulan Juni 2009.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah : benih sorgum varietas Numbu, Urea, KCl, SP-36, dan Curater. Sedangkan alat yang digunakan adalah : parang, cangkul, meteran, tugal kayu, leaf area meter, oven, timbangan, alat-alat tulis dan gunting.

3.3. Rancangan Percobaan

Percobaan adalah percobaan Faktorial 3 x 3 dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 kali ulangan dengan perlakuan sebagai berikut :

1. Faktor I adalah dosis pemupukan Fosfat (d), terdiri atas 3 taraf, yaitu :
 - d_1 (dosis 100 kg SP-36/ha setara 36 kg P_2O_5 /ha)
 - d_2 (dosis 150 kg SP-36/ha setara 54 kg P_2O_5 /ha)
 - d_3 (dosis 200 kg SP-36/ha setara 72 kg P_2O_5 /ha)
2. Faktor II adalah waktu pemupukan Fosfat (w), terdiri atas 3 taraf, yaitu :
 - $w_1 = \frac{1}{2}$ dosis 7 hari sebelum tanam (HSbT) dan $\frac{1}{2}$ dosis waktu tanam (WT)
 - $w_2 = \frac{1}{2}$ dosis waktu tanam (WT) dan $\frac{1}{2}$ dosis 7 hari setelah tanam (HST)

- $w_3 = (1/2)$ dosis 7 hari setelah tanam (HST) dan $1/2$ dosis 14 hari setelah tanam (HST)

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Analisis tanah awal

Sebelum diolah, tanah terlebih dahulu dianalisis di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Hasil analisisnya disajikan pada Lampiran 3.

3.4.2. Pengolahan tanah

Tanah dibersihkan dari sisa-sisa tanaman, kemudian diolah dengan menggunakan cangkul. Selanjutnya tanah digemburkan kemudian dibuat petakan berukuran 750 cm x 250 cm, jarak antar petak dalam kelompok 50 cm, jarak antar ulangan 100 cm dengan tinggi petak 20 cm.

3.4.3. Pengapuran

Pengapuran dilakukan seminggu sebelum tanam dengan dosis kapur 600 kg $\text{CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$. Pengapuran bertujuan untuk meningkatkan pH tanah dari sangat masam atau masam ke pH agak netral atau netral dan menurunkan Al-dd dalam tanah. pada tingkat mana Al tidak bersifat racun lagi bagi tanaman dan unsur hara tersedia dalam kondisi yang seimbang di dalam tanah, meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK)

3.4.4. Penanaman

Penanamam dilakukan dengan cara memasukan biji ke dalam lubang tugal sedalam 3 cm dengan jarak tanam 75 x 25 cm, lalu dimasukkan 2 benih sorgum tiap lubang kemudian ditutup dengan selapis tanah.

3.4.5. Penjarangan

Penjarangan dilakukan 2 minggu setelah tanam, masing-masing lobang tanam disisakan satu tanaman yang tumbuh seragam. Cara penjarangan adalah dengan memotong pangkal batang tanaman yang tidak diperlukan.

3.4.6. Pemupukan

Pemupukan dilakukan dengan pemberian urea sebanyak 100 kg.ha^{-1} , KCl sebanyak 50 kg.ha^{-1} dan SP-36 sesuai perlakuan. Pemberian urea dilakukan sebanyak 2 (dua) kali yaitu pada saat tanam $1/3$ dosis, dan 30 hari $2/3$ dosis. KCl diberikan semuanya pada saat tanam. SP-36 diberikan dengan dosis dan waktu pemberian sesuai perlakuan.

3.4.7. Pemeliharaan

Pengendalian penyakit tidak dilakukan karena tidak ditemukan gejala serangan, sedangkan pengendalian hama dilakukan satu kali dengan menggunakan insektisida basta, karena terdapat serangan pada tanaman, yaitu pada umur 4 minggu. Penyiangan dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu pada saat tanaman berumur 15 hari setelah tanam dan berumur 30 hari setelah tanam. Pada saat penyiangan juga dilakukan pembumbunan

3.4.8. Pemanenan

Panen dilakukan 45 hari setelah bakal biji terbentuk dengan cara memangkas 10 cm di bawah malai, yang mana biji telah masak optimal yang ditandai dengan daun telah menguning, dan biji pecah ketika digigit.

3.5. Pengamatan

Variabel yang diamati adalah :

3.5.1. Residu P di tanah

Residu P di tanah dinalisis pada saat setelah pemanenan dilakukan. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas.

3.5.2. Kandungan P jaringan

Kandungan P jaringan diukur yaitu daun kelima, keenam, dan ketujuh pada umur 8 minggu setelah tanam. Penetapan daun yang diukur dikarenakan pada daun-daun tersebut terdapat hasil-hasil kimiawi yang lebih merata. Pengukuran dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas.

3.5.3. Komponen Pertumbuhan

1. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai ke ujung daun teratas.

Pengamatan dilakukan sebanyak 6 (enam) kali, yaitu pada saat tanaman berumur 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 minggu setelah tanam

2. Indeks Luas Daun (ILD)

Indeks luas daun ditentukan dengan membagi luas daun total satu tanaman dengan luas yang diperuntukkan untuk satu tanaman. Luas daun

diukur dengan menggunakan *leaf area meter*. Pengamatan dilakukan pada umur 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 MST.

3. Bobot kering brangkas

Bobot kering brangkas diukur dari jumlah berat kering tajuk dan jumlah berat kering akar. Pengamatan dilakukan sebanyak 7 (tujuh) kali yaitu pada saat tanaman berumur 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 minggu setelah tanam dan pengamatan ke-7 (tujuh) dilakukan setelah panen yaitu pada umur 14 minggu setelah tanam.

4. Laju Tumbuh Tanaman rata-rata (\overline{LTT})

Pengamatan Laju Tumbuh Tanaman ditentukan dengan periode mingguan dari umur 3 sampai 8 minggu setelah tanam dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\overline{LTT} = \frac{w_2 - w_1}{t_2 - t_1} \times \frac{1}{p} \text{ (dalam satuan g cm}^{-2}\text{hari}^{-1}\text{)}.$$

5. Laju Asimilasi Bersih rata-rata (\overline{LAB})

Pengamatan Laju Asimilasi Bersih ditentukan dengan periode mingguan dari umur 3 sampai 8 minggu setelah tanam dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\overline{LAB} = \frac{w_2 - w_1}{t_2 - t_1} \times \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{A_2 - A_1} \text{ (dalam satuan g cm}^{-2}\text{hari}^{-1}\text{)}.$$

Keterangan : w_1 = Bobot kering tanaman pada waktu t_1

w_2 = Bobot kering tanaman pada waktu t_2

p = Luas tanah untuk satu rumpun

t_2 = Waktu setelah t_1

t_1 = Waktu tertentu

A_1 = Luas daun pada waktu t_1

A_2 = Luas daun pada waktu t_2

3.5.4. Komponen Hasil

1. Panjang Malai

Panjang malai ditentukan dengan cara mengukur panjang dari pangkal malai sampai ke ujung malai

2. Jumlah biji per malai

Jumlah biji per malai ditentukan dengan cara menghitung semua biji yang terdapat pada setiap malai.

3. Berat biji

Berat biji per malai ditentukan dengan cara menimbang berat biji yang terdapat pada setiap malai. Berat 1000 biji ditentukan dengan cara menimbang 1000 biji yang diambil dari petak produksi. Hasil penimbangan dikonversikan pada kadar air biji 14% dengan menggunakan persamaan berikut :

$$BK = \frac{(100 - KA)BB}{100 - 14}$$

Keterangan : BK = Berat pada KA 14%

KA = Kadar Air biji saat ditimbang

BB = Berat hasil penimbangan

3.5.5. Hasil

Hasil (dalam satuan ton.ha⁻¹) ditentukan dengan cara mengkonversikan hasil per petak produksi yang dinyatakan dalam berat biji kering (kadar air 14%).

$$\text{Hasil (ton.ha}^{-1}\text{)} = \frac{1 \text{ ha}}{\text{luas petak produksi}} \times \text{hasil petak produksi (kg)} \times 10^{-3}$$

3.6. Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis secara statistika dengan sidik ragam, dilanjutkan dengan uji Beda Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test/DMRT*) pada taraf $\alpha = 5\%$.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Keadaan Umum Selama Percobaan

Hasil analisis tanah awal tempat percobaan menunjukkan kondisi pH (pH H₂O) tanah termasuk dalam kriteria masam, yaitu sebesar 4,87, kandungan C organik rendah (1.79%), dan N total sangat rendah (0.12%). Kandungan unsur hara P tersedia (ppm) rendah (13.22). Kation-kation dapat dipertukarkan seperti K-dd (me/100g) sedang (0.41), Al-dd (me/100g) tinggi (1,60). KTK (me/100g) sedang (14.01) (Hardjowigeno, 1987)

Lokasi penelitian mempunyai ketinggian tempat 24 m di atas permukaan laut dengan Curah hujan yang diukur selama percobaan memperlihatkan distribusi curah hujan pada bulan Maret (323 mm), April (201 mm), Mei (82 mm) dan Juni (149 mm), rata-rata per bulan sampai bulan Juni 2009 adalah 188,75 mm, yang termasuk dalam tipe iklim A berdasarkan Schmidt-Ferguson dan tipe C₁ berdasarkan tipe Oldeman (Stasiun Klimatologi Jambi, 2009). Rata-rata curah hujan mulai dari tahun 2004 sampai tahun 2009 dapat dilihat pada Lampiran 4. Sebelum tanah lokasi penelitian diolah dan diberi , terlebih dahulu dianalisis keadaan sifat kimianya, analisis tanah awal disajikan pada Lampiran 2.

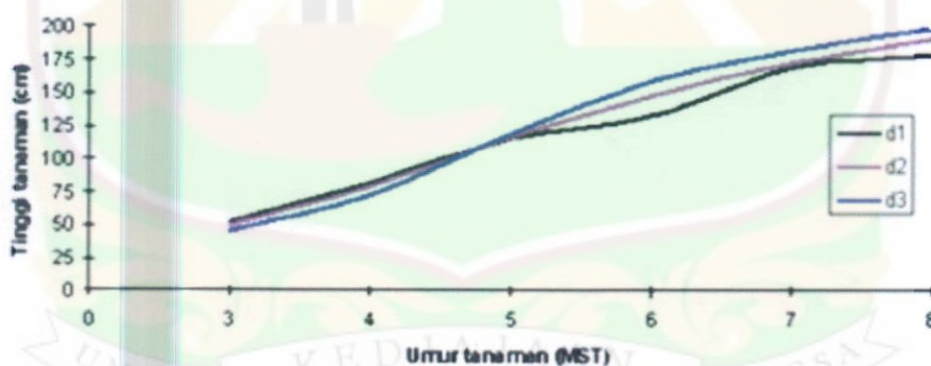
Data di atas menunjukkan bahwa P tersedia termasuk kategori kurang oleh karena itu tindakan pemupukan P harus dilakukan di lahan percobaan, ketersediaan air belum mencukupi kebutuhan air tanaman sorgum selama masa pertumbuhannya, yaitu berkisar antara 375 - 425 mm, (Mudjisihono dan Suprpto, 1987). Hasil pengamatan, pengolahan dan analisis data dari pemberian dosis pemupukan P dan waktu pemupukan berpengaruh terhadap beberapa variabel

yang diamati Data hasil analisis ragam variable-variabel disajikan pada lampiran 1.

4.2. Pertumbuhan dan Hasil

4.2.1. Tinggi Tanaman

Kecenderungan rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman akibat dosis pemupukan disajikan pada Gambar 1, yang menunjukkan bahwa pemberian dosis pemupukan P cenderung meningkatkan tinggi tanaman. Pada awal-awal pertumbuhan terlihat kecenderungan tinggi tanaman yang hampir sama. Hal ini disebabkan unsur hara yang terserap digunakan untuk pertumbuhan vegetatif akar, batang dan daun. Pada umur 4 – 5 minggu, akar mencapai pertumbuhan vegetatif akhir, sehingga dapat diperkirakan pertumbuhan tinggi tanaman hampir sama.



Gambar 1. Rata-rata tinggi tanaman umur 3 – 8 MST akibat pemberian dosis pemupukan

Setelah umur 4 minggu, unsur hara digunakan untuk pertumbuhan batang dan daun tanaman. Tergambar pada Gambar 1 dimana pada minggu ke 5 tanaman yang diberikan dosis pupuk yang lebih banyak (72 kg P ha^{-1}) menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih cepat dibandingkan dengan dosis lainnya,

kecenderungan ini terus berlanjut sampai umur tanaman mencapai pertumbuhan vegetatif akhir, yaitu umur 8 minggu. Tinggi tanaman sorgum dengan beberapa taraf dosis pupuk fosfat tidak tergantung pada waktu pemberian pupuk pada Ultisol (Lampiran 1a). Pemberian dosis pupuk P 72 kg P ha^{-1} memberikan rata-rata tinggi tanaman tertinggi, yaitu 198,31 cm, terlihat perbedaannya bila dibandingkan dengan rata-rata tinggi tanaman dosis pupuk 36 kg P ha^{-1} , tetapi tidak terlihat perbedaan dengan rata-rata tinggi tanaman yang diberikan dosis 54 kg P ha^{-1} , rata-rata tanaman yang terendah yaitu 178,42 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pada umur tanaman sebelum 8 MST, penyerapan pupuk masih terus berlangsung sehingga pertumbuhan tinggi tanaman relatif sama dan tidak mempengaruhi antara satu tanaman dengan tanaman lainnya. Pada umur 8 MST tanaman mencapai penyerapan maksimal sehingga dosis yang tinggi memberikan tinggi tanaman yang lebih tinggi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pada awal-awal pertumbuhan, tinggi tanaman sorgum cenderung sama walaupun diberikan dosis pupuk yang berbeda, namun setelah umur 5 minggu maka semakin banyak dosis yang diberikan semakin tinggi tanaman.

Keadaan di atas menunjukkan bahwa semakin banyak pupuk P diberikan maka semakin banyak diserap untuk pertumbuhan tanaman. Sedangkan pemberian pupuk P dengan berbagai waktu tidak menentukan tinggi tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi waktu yang terlalu dekat, yaitu 1 – 2 minggu, sedangkan waktu yang dibutuhkan sampai tanaman dapat dipanen adalah 14 minggu, artinya masih banyak waktu atau kesempatan tanaman dalam menyerap pupuk P yang diberikan.

Tinggi tanaman mempunyai hubungan yang linear dengan P jaringan, dimana tinggi tanaman akibat dosis pemupukan seperti yang disajikan pada Tabel 7 menunjukkan bahwa semakin besar dosis pemupukan P menyebabkan semakin tinggi tanaman dan semakin tinggi dengan P jaringan. Hubungan ini dapat dijelaskan bahwa semakin banyak P jaringan maka semakin baik proses metabolisme dalam pertumbuhan vegetatif terutama dalam pembentukan tinggi tanaman.

Unsur P yang diserap dapat membantu memacu aktivitas meristem yang secara aktif terlibat dalam pembelahan dan penumbuhan sel, selanjutnya akan mendorong pertumbuhan dan menentukan arah perkembangan batang. Bila fotosintat tersedia dalam jumlah yang cukup maka aktivitas jaringan meristem untuk membelah dan memperbesar sel akan semakin cepat sehingga pertumbuhan tinggi tanaman semakin bertambah. Menurut Lakitan (1995), sebagian karbohidrat dan protein akan ditranslokasikan ke daerah titik tumbuh dan batang selanjutnya akan digunakan dalam proses pembelahan, perpanjangan dan penebalan sel yang pada akhirnya terlihat dengan bertambahnya tinggi dan diameter batang.

Sejalan dengan pendapat Hairunsyah dan Arif (1991) yang menyatakan bahwa pemberian pupuk P pada berbagai dosis tidak mempengaruhi terhadap peningkatan tinggi tanaman. Sudadi dan Atmaka (2000) mengemukakan bahwa parameter pertumbuhan awal dan menengah kurang terpengaruh oleh unsur P yang bersumber dari pupuk SP 36 karena sifat karakteristik lama larut.

Mengacu pada tanaman jagung, hasil penelitian Lindung (2006) menunjukkan bahwa dosis P berpengaruh terhadap tinggi tanaman jagung umur

8 MST yang berarti terhadap tinggi tanaman, sedangkan pada umur dibawahnya belum memperlihatkan peningkatan yang berarti. Selama pertumbuhan tanaman, konsentrasi hara di dalam jaringan berubah mengikuti pola tertentu. Konsentrasi P dalam batang mempunyai fluktuasi yang cukup besar. Pada batang tanaman jagung yang berumur panjang konsentrasi P menurun secara cepat mulai umur 40 hari sampai umur 50 hari, kemudian meningkat perlahan sampai umur 60 hari yang selanjutnya terus meningkat secara cepat dan mencapai puncaknya pada umur 70 hari, setelah itu menurun lagi dengan cepat sampai umur 80 hari, terakhir, meningkat secara lambat sampai berumur 100 hari (Fathan *et al.*, 1988).

Pola perubahan konsumsi hara P tidak dipengaruhi oleh varietas maupun pemupukan, namun hanya berpengaruh terhadap tinggi/rendahnya konsentrasi hara pada suatu fase pertumbuhan (Fathan *et al.*, 1988). Hasil penelitian tentang pemberian pemupukan P pada tanaman kedelai (Suyanto, 1995) menunjukkan bahwa pemupukan P tidak mempengaruhi terhadap tinggi tanaman. Menurut Suryanto *et al.* (1992), macam pupuk P berpengaruh terhadap tinggi tanaman pada umur 8 minggu, dimana peningkatan takaran lebih dari 150 kg Pha-1 cenderung meningkatkan tinggi tanaman.

Tanaman tidak akan menyerap seluruh hara yang diberikan apabila hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mencukupi (Ernawati *et al.*, 1999). Jaringan-jaringan tanaman yang mengandung unsur hara tertentu dengan konsentrasi yang lebih tinggi dari konsentrasi yang dibutuhkan tanaman itu untuk pertumbuhan maksimum, maka tanaman dikatakan dalam kondisi konsumsi mewah/*luxury consumption* (Lakitan, 2001). Fosfor di sini jelas bukan berfungsi dalam

meningkatkan pertumbuhan batang. Fungsi ini merupakan fungsi hara nitrogen. Kekahatan nitrogen menyebabkan pembelahan sel terhambat dan akibatnya menyusutkan pertumbuhan (Poerwowidodo, 1993).

Hasil penelitian Bakri *et al.* (2004) menunjukkan bahwa interaksi antara status P dan dosis pupuk P berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman, sedangkan pengaruh dosis pupuk P berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Fauziati dan Simatupang (1993) dalam penelitiannya tentang *minus one element* dari unsur-unsur N, P, K, Mg, Ca, Cu, Zn, dan B, menunjukkan bahwa tinggi tanaman jagung umur 30 hari yang tertinggi terdapat pada lengkap dari unsur-unsur tersebut, dan tinggi tanaman yang terendah terdapat pada lengkap minus P, lebih rendah dari lengkap minus unsur-unsur lainnya. Tinggi tanaman pada saat berbunga juga menunjukkan hal yang sama, kecuali lengkap minus K.

Keadaan hasil penelitian ini sejalan dengan pendapat Dean *cit.* Miller tahun 1954 *cit.* Fauziati *et al.* (1991), bahwa penambahan sedikit P tersedia ke dalam tanah yang kekurangan unsur hara tersebut akan menurunkan kadar persentase P pada tanaman tersebut, tetapi apabila penambahan P dilanjutkan maka persentase P tersebut akan meningkat.

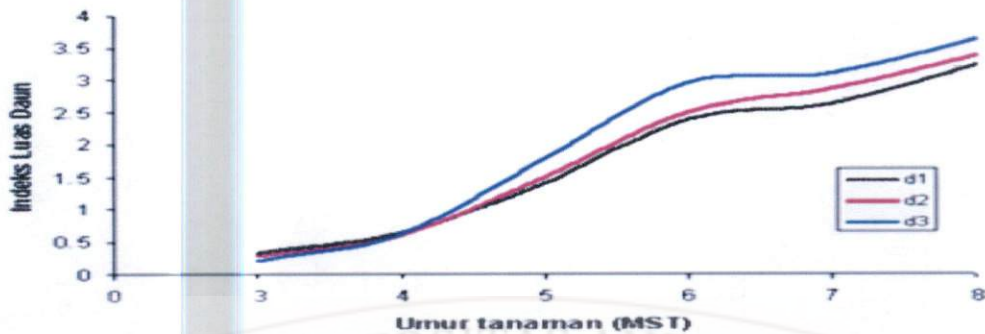
4.2.2. Indeks luas daun rata-rata (\overline{ILD})

Taraf dosis pemupukan fosfat mempengaruhi Indeks luas daun rata-rata (\overline{ILD}) (Lampiran 1b) umur 6 MST, dimana pemberian dosis pupuk 72 kg P ha⁻¹ memberikan \overline{ILD} terbesar yaitu 2,94, terlihat perbedaan antara dosis lainnya, tertinggi pada umur tanaman 8 MST, yaitu 3,63 akibat pemberian dosis

72 kg P ha⁻¹, \overline{ILD} dengan pemberian dosis pupuk 54 kg P ha⁻¹ belum menunjukkan perbedaan dengan dosis pupuk 36 kg P ha⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak P yang diberikan maka semakin banyak serapan unsur nitrogen sebagai pembentuk sel yang bertanggung jawab terhadap pertumbuhan vegetatif, termasuk luas daun, sehingga hasil fotosintat yang lebih banyak akan merangsang sel-sel melakukan aktivitas pembelahan dan pembesaran organ daun.

Semakin meningkatnya umur tanaman maka bagian-bagian tanaman, termasuk daun membutuhkan unsur hara semakin banyak juga, sehingga dibutuhkan unsur hara P yang lebih banyak pula. Hasil pengamatan \overline{ILD} untuk setiap umur tanaman berdasarkan dosis pemupukan disajikan pada Gambar 2 dimana \overline{ILD} terus meningkat, menunjukkan pola yang sama yaitu terus meningkat atau linear dengan umur tanaman. Secara umum angka \overline{ILD} untuk umur tanaman 3 MST sebesar 0,268 , 4 MST sebesar 0,613, 5 MST sebesar 1,558, 6 MST sebesar 2,605, 7 MST sebesar 2,851, dan 8 MST sebesar 3,404

Hubungan antara \overline{ILD} sebagai akibat dosis pemupukan untuk masing-masing dosis adalah disajikan dalam bentuk persamaan regresi, dimana untuk dosis 36 kg P ha⁻¹ adalah $y = -0,0314x^3 + 0,3182x^2 - 0,3056x + 0,3114$ dengan koefisien determinasi 0,9853, yang berarti 98,53% \overline{ILD} ditentukan oleh dosis pemupukan. Untuk dosis 54 kg P ha⁻¹ hubungannya adalah $y = -0,0041x^3 + 0,4005x^2 - 0,4616x + 0,3367$ dengan koefisien determinan 0,9911, sedangkan untuk dosis 72 kg P ha⁻¹ adalah $y = -0,0443x^3 + 0,4034x^2 - 0,2367x + 0,0098$ dengan koefisien determinan 0,9801.



Gambar 2. Indeks luas daun rata-rata \overline{ILD} umur 3 – 8 MST akibat pemberian dosis pemupukan

Pola perkembangan \overline{ILD} mingguan tanaman sorgum selama lima periode mingguan pada setiap taraf dosis pemupukan P menunjukkan pola yang sama, yaitu rendah pada awal-awal pertumbuhan periode mingguan pertama (3-4 MST), kemudian meningkat dengan laju peningkatan yang berbeda setiap taraf dosis pemupukan P sampai periode mingguan kelima (7-8 MST). Jika diamati perkembangan \overline{ILD} selama lima periode mingguan pada setiap taraf dosis berbeda, dimana semakin tinggi dosis pemupukan P maka akan lebih tinggi pula nilai \overline{ILD} , walaupun nilai tersebut ada yang selalu sama (kurva berimpit), ada juga yang berbeda dengan angka yang selalu sama (kurva sejajar), dan ada yang selalu berbeda (kurva tidak sejajar) antara kurva yang satu dengan yang lainnya. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan dosis sampai taraf tertentu tanaman dapat memanfaatkan unsur P yang ada semaksimal mungkin untuk pembentukan daun sebagai aparat fotosintesis yang secara langsung dapat meningkatkan \overline{ILD} .

Nilai \overline{ILD} untuk memproduksi berat kering maksimum tanaman budidaya adalah 3 – 5 (Gardner *et al.* 1991), dimana untuk tanaman gandum nilai \overline{ILD}

tertinggi adalah 3 yang dicapai pada fase berbunga (Watson tahun 1947, *cit.* Gardner *et al.* 1991). Nilai \overline{ILD} tanaman sorgum optimum mulai tercapai pada periode mingguan ke empat (7 MST) hanya pada tanaman yang diberi taraf dosis tertinggi (72 kg Pha^{-1}). Pada periode mingguan ke lima (8 MST) semua tanaman telah mencapai nilai \overline{ILD} optimum pada semua taraf dosis pemupukan P.

Daun berfungsi sebagai penerima cahaya dan alat fotosintesis yang dapat menjadi indikator pertumbuhan dan sebagai data penunjang untuk menjelaskan proses pertumbuhan selama pembentukan biomasa (Sitompul dan Guritno, 1995). Mengingat unsur P sebagai unsur penting dalam menyusun sumber energi, maka ketersediaan P bagi tanaman dengan penambahan dosis pemupukan P akan terpenuhinya kebutuhan P bagi tanaman sehingga dapat memacu berlangsungnya proses fisiologis yang mendorong pertumbuhan daun.

Menurut Gardner *et al.* (1991) pada awal pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif terjadi pertambahan luas daun yang besar karena fotosintat yang dihasilkan digunakan untuk pembentukan daun sebagai organ yang melaksanakan fotosintesis. Setter dan Flanigan (1985) *cit.* Fathia (2004) mengemukakan bahwa jika kondisi lingkungan dan tanaman baik, meningkatnya \overline{ILD} sampai batas tertentu akan meningkatkan fotosintesis.

Hasil penelitian tentang pemberian pemupukan P pada tanaman kedelai (Tirtoutomo dan Simanungkalit 1988) menunjukkan bahwa pemberian pupuk P dengan dosis $45 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ dapat meningkatkan luas daun pada umur 33 dan 52 hari setelah tanaman secara nyata. Pemberian pupuk P di lahan gambut

meningkatkan luas daun jagung, peningkatan dosis cenderung meningkatkan luas daun (Suryanto, *et al.*, 1992).

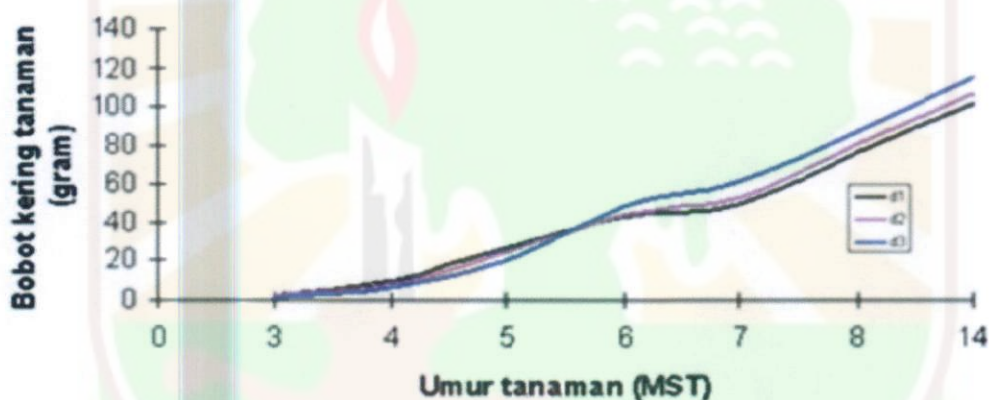
Peranan utama unsur P pada pembentukan luas daun pada dasarnya adalah sebagai sumber energi dan membantu peningkatan penyerapan nitrogen. Pemupukan nitrogen mempunyai pengaruh yang nyata terhadap perluasan daun, terutama lebar dan luas daun (Humphries dan Wheeler, 1963 *cit.* Gardner, 1991).

4.2.3. Bobot Kering Brangkasan

Bobot kering brangkasan merupakan akumulasi berat kering tajuk dan akar. Pemberian dosis pupuk 72 kg P ha⁻¹ memberikan bobot kering brangkasan terberat yaitu 91,73 gram menunjukkan perbedaan dengan bobot kering brangkasan pada pemberian dosis lainnya. Namun bobot kering brangkasan dengan pemberian dosis pupuk 54 kg P ha⁻¹ tidak menunjukkan perbedaan dengan dosis pupuk 36 kg P ha⁻¹. Rata-rata bobot kering brangkasan untuk setiap umur pengamatan disajikan pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa bobot kering brangkasan meningkat terus berdasarkan umur tanaman dengan mengikuti pola yang sama, yaitu semakin bertambah umur tanaman maka semakin besar bobot kering brangkasan. Pola perkembangan bobot kering mingguan tanaman sorgum selama enam periode mingguan pada setiap taraf dosis pemupukan P menunjukkan pola yang sama, yaitu rendah pada awal-awal pertumbuhan periode mingguan pertama (3 MST) kemudian meningkat dengan laju peningkatan yang berbeda setiap taraf dosis pemupukan P sampai periode mingguan keenam (8 MST). Jika diamati perkembangan bobot kering brangkasan selama enam periode mingguan pada

setiap taraf dosis berbeda, dimana semakin tinggi dosis pemupukan P maka akan lebih tinggi pula bobot kering brangkasan, walaupun nilai tersebut ada yang selalu sama (kurva berimpit), ada juga yang berbeda dengan angka yang selalu sama (kurva sejajar), dan ada yang selalu berbeda (kurva tidak sejajar) antara kurva yang satu dengan yang lainnya. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan dosis sampai taraf tertentu tanaman dapat memanfaatkan unsur P yang ada semaksimal mungkin untuk pembentukan organ tanaman yang secara langsung dapat meningkatkan bobot kering brangkasan.



Gambar 3. Rata-rata bobot kering brangkasan umur tanaman 3 – 14 MST akibat pemberian dosis pemupukan

Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak P yang diberikan maka semakin banyak serapan unsur nitrogen sebagai pembentuk sel yang bertanggung jawab terhadap pertumbuhan vegetatif, termasuk pertumbuhan daun, batang, dan akar sehingga hasil fotosintat yang lebih banyak akan merangsang sel-sel melakukan aktivitas pembelahan dan pembesaran organ vegetatif yang digambarkan dalam bobot kering brangkasan. Bahan kering yang diakumulasikan

selama fase vegetatif ini akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan reproduktif (pembentukan malai dan biji).

Pada tingkat pemberian dosis pupuk P yang lebih banyak ini, diduga perkembangan akar lebih pesat dibanding dosis yang lebih rendah, sehingga luas permukaan akar berfungsi menyerap unsur-unsur hara menjadi lebih besar (Follet *et al.*, 1981; Glendinning, 1981). Meningkatnya berat kering tajuk tanaman berkaitan dengan meningkatnya tinggi tanaman yang dipengaruhi oleh meningkatnya ketersediaan hara di dalam tanah, khususnya P, sehingga pembentukan jaringan tanaman menjadi lebih baik.

Marschner tahun 1986, *cit.* Sulaiman dan Eviati (2000), mengemukakan bahwa meningkatnya ketersediaan suatu unsur hara tanaman dalam tanah akan mempengaruhi peningkatan serapan hara tanaman yang lain. Dengan demikian proses metabolisme tanaman menjadi lebih baik yang dicirikan oleh meningkatnya berat kering tajuk tanaman (biomassa). Berat kering tanaman merupakan hasil fotosintesis, jika diketahui berat kering tanaman, maka dapat diketahui kemampuan tanaman sebagai penghasil fotosintat (Goldworthy dan Fisher, 1992).

Sumaryo dan Suryono (2000) mengemukakan bahwa sifat karakteristik dari pupuk SP-36 sulit larut atau lama larut sehingga pada pertumbuhan awal SP-36 belum dapat digunakan secara maksimal oleh tanaman, maka parameter pertumbuhan awal dan pertumbuhan menengah kurang terpengaruh oleh pupuk SP-36. Jika P diberikan berlebih, pertumbuhan akar sering melebihi pertumbuhan tajuk yang akan menyebabkan nisbah tajuk-akar rendah, berlawanan dengan

akibat kelebihan nitrogen (Salisbury dan Ross, 1995). Pemberian nitrogen akan merangsang pembentukan akar baru dan rambut-rambut akar yang mempunyai kapasitas serap per satuan berat sangat tinggi, dan jika di lingkungan itu pasok P juga rendah maka keadaan perkembangan akar ini sangat menguntungkan bagi penyerapan total P (Poerwowidodo, 1993). Pemberian pupuk P meningkatkan berat kering akar sampai dosis 150 kg P ha^{-1} (Suryanto *et al.*, 1992).

Kekurangan P di dalam tanah akan diperlihatkan oleh tanaman dengan pertumbuhan yang lambat, kerdil dan daun berwarna hijau tua (Effendi, 1985). Aboulroos dan Nielsen tahun 1979, *cit.* Gardner (1991) menyatakan bahwa pemupukan P meningkatkan hasil panen dan pengambilan P, juga sangat meningkatkan panjang akar, kehalusan akar, dan kerapatannya. Peningkatan pengambilan P mungkin disebabkan karena adanya konsumsi P yang lebih tinggi dalam medium, atau karena peningkatan panjang akar, atau (lebih umum) keduanya.

Akar cenderung berproliferasi dalam zona mengandung bahan organik dan pupuk, terutama yang mengandung N dan P (Duncan dan Ohlrogge tahun 1958, *cit.* Gardner *et al.*, 1991). Tanaman yang dipupuk P mengembangkan lebih banyak akar dibandingkan dengan tanaman yang tidak dipupuk, tetapi hal ini bukan merupakan pengaruh langsung; ketersediaan P mula-mula meningkatkan fotosintesis yang selanjutnya meningkatkan pertumbuhan akar. Ekstrak akar yang dipupuk P mempunyai lebih sedikit aktivitas auksin dan secara teoritis lebih sedikit hambatan dibandingkan dengan ekstrak yang dipupuk N, dimana pasokan N yang tinggi cenderung meningkatkan jumlah auksin yang memungkinkan

menghambat pertumbuhan akar, walaupun demikian pupuk N meningkatkan berat kering total akar (Wilkinson dan Ohlrogge tahun 1962, *cit. Gardner et al.*, 1991).

Fosfor menyebabkan peningkatan langsung proliferasi rambut akar (Gardner *et al.*, 1991). Secara umum dapat dikatakan bahwa pertumbuhan akar meningkat setelah pertumbuhan pucuk. Marschner tahun 1986, *cit. Sulaiman dan Eviati* (2000), mengemukakan bahwa meningkatnya ketersediaan suatu unsur hara tanaman dalam tanah akan mempengaruhi peningkatan serapan hara tanaman yang lain. Dengan demikian proses metabolisme tanaman menjadi lebih baik yang dicirikan oleh meningkatnya berat kering brangkasan tanaman.

Sejalan dengan hasil penelitian di atas, Nurjen *et al.* (2002) menyatakan bahwa berat kering brangkasan menggambarkan hasil bersih dari proses fotosintesa, sedangkan menurut Leomis dan William tahun 1969, *cit. Ismail* (2001) produksi bahan kering tanaman merupakan fungsi dari laju fotosintesa seluruh daun. Semakin tinggi akumulasi fotosintat dalam daun, maka kemampuan tanaman untuk membentuk organ generatif semakin meningkat.

Status nutrisi dalam jaringan tumbuhan dan pertumbuhan tanaman sehubungan dengan status hara, yang didiskripsikan sebagai (1) defisiensi, (2) peralihan, (3) cukup, dan (4) beracun. Konsentrasi kritis jaringan didefinisikan sebagai konsentrasi tepat di bawah konsentrasi yang memberikan pertumbuhan optimum; tingkat konsentrasi jaringan minimum adalah konsentrasi yang memberikan pertumbuhan mendekati maksimum (Epstein tahun 1972, *cit. Gardner et al.*, 1991). Di zona defisiensi, penambahan kenaikan nutrisi berakibat

meningkatnya produksi berat kering, sedangkan di zona cukup, penambahan kenaikan nutrisi berakibat meningkatnya kandungan unsur tadi di dalam jaringan tanaman, tetapi sedikit peningkatan hasil panen. Kurva respon bagian ini disebut tumbuhan dalam kondisi mewah (*luxury consumption*). Di zona peralihan, penambahan kenaikan nutrisi meningkatkan hasil panen dan konsentrasi nutrisi.

4.2.4. Laju tumbuh tanaman rata-rata (\overline{LTT})

Laju tumbuh tanaman adalah bertambahnya berat dalam komunitas tanaman per satuan luas dalam satu satuan waktu, yang digunakan secara luas dalam analisis pertumbuhan tanaman budidaya yang ditanam di lapangan (Gardner, 1991). Beberapa taraf dosis pemupukan fosfat terhadap \overline{LTT} cenderung memberikan pengaruh terhadap tanaman umur 6 MST ke 7 MST, tertinggi didapat dari pemberian dosis pemupukan 72 kg P ha⁻¹ yaitu sebesar 0,980 mg cm⁻²hari⁻¹ yang menunjukkan perbedaan dengan dosis lainnya, perbedaan nilai \overline{LTT} antara tanaman yang diberikan pupuk P tinggi dan tanaman yang dipupuk P dosis lebih rendah. Namun \overline{LTT} hasil pemupukan 36 kg P ha⁻¹ tidak menunjukkan perbedaan dengan dosis pemupukan 54 kg P ha⁻¹.

Pada tanaman yang diberi dosis 36 kg P ha⁻¹ menunjukkan penurunan \overline{LTT} yang lebih cepat dibandingkan tanaman yang diberi dosis 54 dan 72 kg P ha⁻¹, hal ini diduga karena jumlah pupuk P yang diberikan belum mencukupi untuk melengkapi proses pertumbuhan tanaman sehingga proses metabolismenya melambat, yang berakibat \overline{LTT} juga melambat. \overline{LTT} yang tinggi pada tanaman

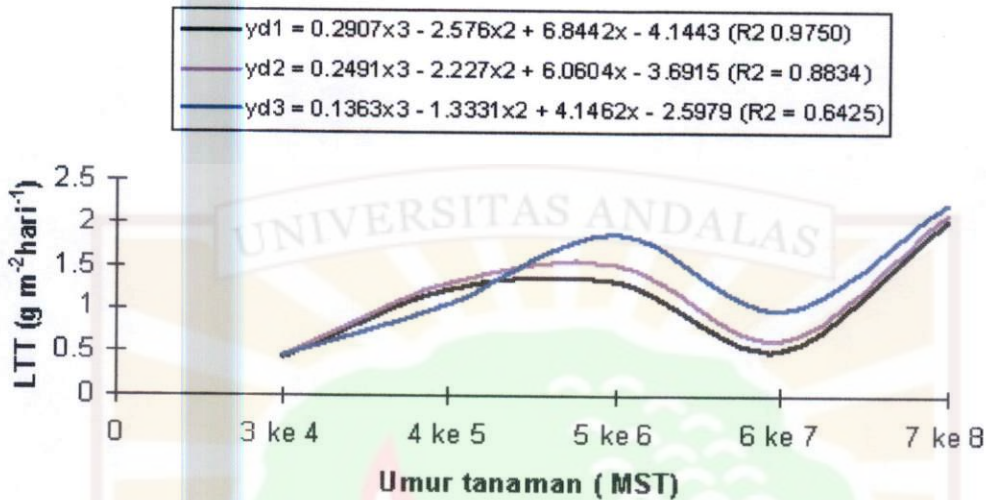
yang diberi dosis 54 dan 72 kg P ha⁻¹ sudah mencukupi untuk membantu proses metabolisme yang menyebabkan laju akumulasi bobot bahan kering lebih tinggi.

Nilai \overline{LTT} terbesar terdapat pada periode mingguan 7 ke 8 MST sebagai akibat pemberian dosis 72 kg P ha⁻¹ yaitu sebesar 2,23 g m⁻²hari⁻¹, yang pengaruhnya tidak menunjukkan perbedaan dengan dosis lainnya. Hal ini dikarenakan pada periode ini tanaman mulai mencapai batas pertumbuhan vegetatif akhir, sehingga pemberian dosis sudah tidak berpengaruh lagi. Sedangkan pada periode mingguan di bawah 6 ke 7 MST juga tidak memberikan pengaruh. Keadaan ini menunjukkan bahwa semua tanaman masih menyerap pupuk P secara sempurna sehingga \overline{LTT} satu tanaman dengan yang lainnya relatif tidak berbeda.

Keadaan \overline{LTT} yang demikian diduga karena adanya perbedaan-perbedaan fisiologis antar tanaman yang disebabkan dosis yang berbeda, sehingga \overline{LTT} tidak menunjukkan kecenderungan yang sama. Heddy (2001) menyatakan bahwa analisis pertumbuhan tanaman hanya dapat memberikan sedikit informasi tentang proses-proses fisiologis yang mengatur reaksi tanaman terhadap faktor-faktor lingkungan. Hasil pengamatan terhadap laju tumbuh tanaman hasil pemberian dosis pemupukan disajikan pada Gambar 4.

Dari Gambar 4 terlihat bahwa terdapat pola yang sama dimana pada pengamatan pertama (3 ke 4 MST) laju tumbuh tanaman terus naik sampai pada pengamatan umur tanaman 4 ke 5 MST kemudian menurun sampai umur 6 ke 7 MST, dan naik lagi ke umur tanaman 7 ke 8 MST. Kecendrungan bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan semakin tinggi \overline{LTT} . Dosis 72 kg P ha⁻¹ lebih tinggi

dari yang diberi dosis 36 dan 54 kg P ha⁻¹. Dosis 54 kg P ha⁻¹ lebih tinggi dari dosis 36 kg P ha⁻¹



Gambar 4. Laju tumbuh tanaman rata-rata (\overline{LTT}) pada umur 3 – 8 MST akibat pemberian dosis pemupukan

Perkembangan \overline{LTT} mingguan tanaman sorgum pada setiap dosis pemupukan P menunjukkan respons yang berbeda.. Kurva perkembangan \overline{LTT} menunjukkan pola yang sama, yaitu rendah pada periode mingguan pertama (3 – 4 MST), meningkat dengan laju peningkatan yang berbeda pada setiap taraf dosis pemberian pupuk P selama tiga periode mingguan berikutnya (5 ke 6 MST) dan selanjutnya mulai menurun pada periode mingguan ketiga (5 ke 6 MST) sampai periode mingguan keempat (6 ke 7 MST). Kemudian meningkat lagi sampai periode mingguan kelima (7 ke 8 MST). Menurut Salisbury dan Ross (1995), pola pertumbuhan yang diekspresikan dalam bobot bahan kering merupakan kurva pertumbuhan berbentuk huruf-S (sigmoid) yang pada periode tumbuh tertentu laju pertumbuhan pada awalnya lambat dan selanjutnya meningkat terus sampai periode umur tertentu. Setelah itu laju pertumbuhan

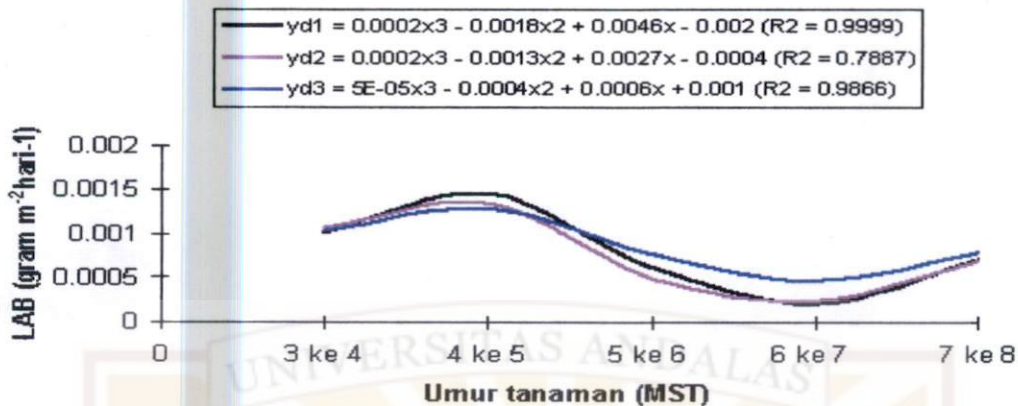
tanaman akan menurun sejalan dengan bertambahnya umur tanaman (memasuki fase penuaan). Dinyatakan dalam \overline{LTT} , hanya bagian tengah dan akhir kurva sigmoid yang tampak. Pada saat tanaman memasuki fase reproduktif, hasil fotosintesis ditranslokasikan ke organ reproduktif yang mengakibatkan \overline{LTT} menurun. Pada kurva menunjukkan terjadinya penurunan pada fase vegetatif yang seharusnya secara teoritis meningkat yaitu pada periode mingguan ketiga menuju keempat, keadaan tersebut terjadi karena pada periode ini banyaknya jumlah hari hujan (Lampiran 5) dan kurangnya sinar matahari yang mengakibatkan laju fotosintesis rendah yang berakibat hasil bahan kering berkurang dan menurunnya \overline{LTT} . Kurang optimalnya proses fotosintesis menurut Leopold dan Kriedeman (1975), laju tumbuh tanaman juga ditentukan oleh intersepsi radiasi matahari. Menurunnya intersepsi radiasi matahari oleh tanaman sorgum akan menurunkan laju fotosintesisnya sehingga diperoleh fotosintat yang rendah.

\overline{LTT} tertinggi diperoleh pada taraf dosis 72 kg Pha⁻¹ dibandingkan taraf dosis lainnya. Semakin besar P semakin banyak tersedia dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman, karena semakin kecil kehilangannya yang disebabkan oleh pemupukan yang tepat dan dapat meningkatnya luas daun. Peningkatan luas permukaan daun menyebabkan laju fotosintesis semakin tinggi dan memungkinkan semakin meningkatnya fotosintat. Meningkatnya fotosintat diikuti oleh penyerapan air dan hara yang lebih banyak merangsang pembentukan bahan kering yang tinggi. Keadaan ini menunjukkan bahwa dosis yang tinggi akan memberikan kesempatan pada unsur-unsur lain untuk mengaktifkan proses metabolisme sehingga pertumbuhan vegetatif yang dicirikan dengan bobot kering

brangkasan. Peran P disini adalah memberikan energi dan mendorong terserapnya unsur N sebagai pembentuk protein yang digunakan dalam proses metabolisme. P yang cukup akan membantu dalam proses metabolisme, dimana unsur P berfungsi dalam pembelahan sel dan pembentukan albumin.

4.2.5. Laju asimilasi bersih rata-rata (\overline{LAB})

Nilai \overline{LAB} atau disebut juga dengan laju satuan daun, adalah hasil bersih dari asimilasi kebanyakan hasil fotosintesis per satuan luas daun dan waktu. Hasil perhitungan (Lampiran 1e) terhadap laju asimilasi bersih disajikan pada Gambar 5. Pola perkembangan \overline{LAB} mingguan pada setiap taraf dosis pemupukan P menunjukkan respons yang berbeda. Pada periode mingguan pertama nilai \overline{LAB} meningkat dengan laju peningkatan yang berbeda pada setiap taraf dosis pemberian pupuk P sampai periode mingguan kedua (4 ke 5 MST), kemudian menurun pada periode-periode mingguan selanjutnya ((5 ke 6 MST sampai 6 ke 7 MST) dengan nilai \overline{LAB} yang selalu sama (kurva berimpit) antara garis kurva yang satu dengan garis kurva yang lain, nilai \overline{LAB} yang berbeda dengan angka yang selalu sama (kurva sejajar), atau dengan angka yang selalu berbeda (kurva tidak sejajar). Meningkatnya nilai \overline{LAB} pada awal pertumbuhan diduga karena pada saat itu intersepsi cahaya matahari oleh daun tanaman sorgum masih tinggi karena jumlah daun dan luas daun masih memadai sehingga laju fotosintesis meningkat. Selain itu, dengan penyerapan unsur hara yang tinggi, daun yang terbentuk akan lebar dan laju fotosintesis tinggi sehingga laju asimilasi bersih akan meningkat selama daun-daun tidak saling menaungi.



Gambar 5. Laju asimilasi bersih rata-rata (\overline{LAB}) pada umur minnguan 3 ke 4 MST sampai 7 ke 8 MST akibat pemberian dosis pemupukan

Seperti yang dikatakan oleh Gardner dkk. (1991), nilai \overline{LAB} paling tinggi pada saat tanaman masih kecil dan sebagian daun terkena radiasi matahari langsung. Daun yang muda pada puncak pohon menyerap radiasi paling banyak dengan laju absorpsi CO_2 yang tinggi dan mentranslokasikan sejumlah fotosintat ke bagian tanaman yang lain. Sebaliknya daun-daun yang tua pada tajuk bagian bawah dan terlindung mempunyai laju absorpsi CO_2 yang rendah dan memberikan sedikit hasil fotosintesis ke bagian tanaman yang lainnya. Selanjutnya pada saat tanaman makin dewasa, jumlah daun serta luas permukaan bertambah yang mengakibatkan tanaman saling menaungi sehingga berkurang luas daun yang dapat mengintersepsi sinar matahari dan laju akumulasi bahan kering akan berkurang. Dengan demikian, laju asimilasi bersih menjadi turun. Faktor lingkungan yang dianggap mempengaruhi nilai \overline{ILD} dan \overline{LTT} seperti yang telah dikemukakan sebelumnya, tampaknya juga mempengaruhi nilai \overline{LAB} .

Terjadi fluktuasi nilai \overline{LAB} dipengaruhi oleh faktor lingkungan dimana pada periode mingguan kedua sampai keempat terjadi penurunan nilai \overline{LAB} .

dikarenakan jumlah hari hujan cukup tinggi yang mengakibatkan jumlah dan intensitas cahaya berkurang karena banyak mendung dan hujan (Lampiran 5), sehingga diduga selama periode tersebut jumlah dan intensitas cahayalah sebagai faktor pembatas. Pada periode mingguan keempat (6 ke 7 MST) menuju ke periode mingguan kelima (7 ke 8 MST) jumlah hari hujan menurun dan banyak hari terang, sehingga jumlah dan intensitas cahaya lebih tinggi yang dapat meningkatkan nilai \overline{LAB} . Ketika cahaya tidak menjadi faktor pembatas terlihat pola yang sama antara nilai \overline{LAB} dengan nilai ILD dan \overline{LTT} .

Keadaan \overline{LAB} di atas diduga karena adanya perbedaan-perbedaan fisiologis antar tanaman yang dikarenakan oleh pemberian dosis pupuk yang berbeda, sehingga \overline{LAB} tidak menunjukkan kecenderungan yang sama. Unsur P memberikan sumbangan terhadap pembentukan energi, perangsang pembentukan dan perkembangan rambut-rambut akar yang berfungsi menyerap unsur hara yang tersedia, dengan berfungsinya akar maka unsur hara yang dibutuhkan akan tercukupi bagi proses metabolisme, yang wujudnya antara lain berupa luas daun, tinggi dan berat tanaman. Dalam penelitian ini dosis dan waktu pemupukan P belum dapat mempengaruhi, artinya P yang diberikan belum mempengaruhi nilai \overline{LAB} .

Hal ini sejalan dengan Gardner, *et al*, (1991) bahwa laju asimilasi juga meliputi penambahan mineral, tetapi bukan merupakan bagian yang besar karena mineral hanya menyusun 5% berat total atau bahkan kurang. Selanjutnya diuraikan bahwa laju asimilasi bersih itu tidak konstan terhadap waktu, tetapi menunjukkan suatu kecenderungan penurunan ontogenetik seiring dengan usia

tanaman. Kecenderungan usia dipercepat oleh adanya lingkungan yang tidak menguntungkan (Hunt, 1978), dan perolehan berat kering per satuan permukaan daun menurun dengan bertambahnya daun baru, karena adanya saling menanungi.

Sejalan dengan hasil penelitian ini, Stoy tahun 1965, *cit.* Heddy (2001) menyatakan bahwa sewaktu tanaman tumbuh dalam fase vegetatif, peningkatan indek laju daun menyebabkan penurunan dalam unit laju daun., dengan akibat bahwa terjadi peningkatan laju tumbuh tanaman terhadap waktu

4.2.6. Jumlah Biji

Pada tanaman dari kultivar teradaptasi yang diairi dan dipupuk dengan baik, jumlah biji merupakan fungsi laju fotosintesis atau pasokan hasil asimilasi (Gardner *et al.*, 1991). Jumlah biji berkaitan dengan panjang malai, yang merupakan salah satu indikasi yang menunjukkan banyaknya biji per malai, semakin panjang malai maka dianggap semakin banyak biji sorgum. Data rata-rata hasil pengamatan panjang malai dan jumlah biji per malai disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Panjang malai rata-rata hasil pemberian dosis dan waktu pemupukan fosfat

Waktu Pemupukan	Dosis pupuk P_2O_5			Rata-rata
	36 kg ha ⁻¹	54 kg ha ⁻¹	72 kg ha ⁻¹	
	Panjang malai (cm)			
7 HSbT + WT	30,17	30,79	33,25	31,40
WT + 7 HST	29,67	32,79	30,50	30,99
7 HST + 14 HST	33,33	34,29	33,25	33,63
Rata-rata	31,06	32,63	32,33	

Hasil menunjukkan bahwa pemberian dosis dan waktu pemupukan tidak mempengaruhi panjang malai dan jumlah biji. Dimana rata-rata panjang malai

yang terpanjang didapat dari waktu pemupukan 7 HST + 14 HST yaitu sebesar 33,63 cm, lebih panjang dari waktu lainnya, sedangkan yang terkecil didapat dari waktu WT + 7 HST yaitu sebesar 30,99 cm. Sedangkan rata-rata hasil akibat pemberian dosis pemupukan fosfat menunjukkan dosis 54 kg P ha⁻¹ memberikan panjang malai yang terpanjang yaitu 32,63 cm. Dapat dinyatakan bahwa semakin banyak dosis yang diberikan tidak berarti semakin panjang malai, demikian juga dengan waktu pemupukan, semakin cepat diberikan tidak berarti semakin panjang malai.

Tabel 2 terlihat bahwa rata-rata jumlah biji per malai yang terbanyak didapat dari waktu pemupukan 7 HST + 14 HST yaitu sebesar 3.317,81 biji, lebih banyak dari waktu lainnya. Hal ini dapat dikatakan bahwa semakin lambat pupuk P diberikan maka akan semakin banyak biji yang dihasilkan.

Tabel 2. Jumlah biji per malai rata-rata hasil pemberian dosis dan waktu pemupukan fosfat

Waktu Pemupukan	Dosis pupuk P ₂ O ₅			Rata-rata
	36 kg ha ⁻¹	54 kg ha ⁻¹	72 kg ha ⁻¹	
	Jumlah biji per malai (butir)			
7 HSbT + WT	3.233,44	3.289,11	3.344,78	3.289,11
WT + 7 HST	3.187,08	3.326,11	3.401,03	3.304,74
7 HST + 14 HST	3.265,33	3.297,11	3.391,00	3.317,81
Rata-rata	3.228,62	3.304,11	3.378,94	

Rata-rata hasil dosis pemupukan menunjukkan dosis 72 kg Pha⁻¹ memberikan jumlah biji per malai yang terbanyak yaitu 3.378,94 biji, lebih banyak dari jumlah yang diperoleh dosis lainnya. Terdapat hubungan yang linear, yaitu semakin banyak dosis yang diberikan akan menghasilkan jumlah biji yang semakin banyak pula. Bila panjang malai (Tabel 1) dibandingkan dengan jumlah

biji per malai (Tabel 2) maka dapat dikatakan tidak terdapat hubungan yang linear, artinya semakin panjang malai tidak berarti semakin banyak jumlah bijinya.

Terjadinya jumlah biji yang semakin banyak dari semakin banyaknya pemberian pupuk P menunjukkan bahwa unsur P berperan penting dalam proses fisiologis yang mengarah pada pembentukan bunga, buah dan biji. Menurut Effendi (1985), pada pembentukan biji, senyawa-senyawa fosfat yang tersimpan di daun dan batang dipindahkan dan disimpan di biji, dimana pada waktu masak $\frac{3}{4}$ dari seluruh fosfat yang ada pada tanaman ada di biji.

4.2.7. Berat Biji

Berat biji yang diamati dalam penelitian ini meliputi berat biji per malai dan berat 1000 biji dengan kadar air 14%. Berat biji per malai dan berat 1000 biji dengan beberapa taraf dosis pupuk fosfat tidak tergantung pada waktu pemberian.

Tabel 3. Berat biji per malai rata-rata hasil pemberian dosis dan waktu pemupukan fosfat

Waktu Pemupukan	Dosis pupuk P ₂ O ₅			Rata-rata
	36 kg ha ⁻¹	54 kg ha ⁻¹	72 kg ha ⁻¹	
	———— Berat biji per malai (g) ————			
7 HSbT + WT	92,29	102,73	108,05	101,02
WT + 7 HST	91,20	99,99	113,81	101,66
7 HST + 14 HST	96,77	101,35	111,53	103,22
Rata-rata	93,42	101,36	111,13	
	C	B	A	

Keterangan : Angka rata-rata pada baris terakhir yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT 5%

Sebagaimana yang disajikan pada tabel 3 dan 4, berat biji per malai dan berat 1000 biji menunjukkan bahwa pemberian dosis pemupukan 72 kg Pha⁻¹

memberikan rata-rata berat biji per malai terbesar yaitu 111,13 gram, menunjukan perbedaan dengan dosis pemupukan lainnya.

Tabel 4. Berat 1000 biji rata-rata hasil pemberian dosis dan waktu pemupukan fosfat

Waktu Pemupukan	Dosis pupuk P ₂ O ₅			Rata-rata
	36 kg ha ⁻¹	54 kg ha ⁻¹	72 kg ha ⁻¹	
	Berat 1000 biji (g)			
7 HSbT + WT	33,49	29,84	40,75	37,45
WT + 7 HST	36,67	38,13	40,05	38,28
7 HST + 14 HST	34,79	38,43	39,14	34,69
Rata-rata	34,98 B	35,47 b	39,98 a	

Keterangan : Angka rata-rata pada baris terakhir yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT 5%

Hal yang sama terjadi pada berat 1000 biji dimana yang memberikan rata-rata hasil tertinggi terdapat pada pemberian dosis pemupukan 72 kg P ha⁻¹ yaitu 39,98 gram. Jumlah dan berat biji yang semakin besar dari semakin banyaknya pemberian pupuk P menunjukkan bahwa pupuk P memegang peranan penting dalam pembentukan biji sorgum. Menurut Effendi (1985), pada pembentukan biji senyawa-senyawa fosfat yang tersimpan di daun, di batang dan di malai dipindahkan dan disimpan di biji.

Fotosintat yang antara lain diakumulasikan dalam bentuk berat jaringan, jumlah dan ukuran biji sehingga tanaman menunjukkan tanggap berat biji yang tertinggi. Menurut Nurjen *et al.* (2002) menyatakan bahwa, berat kering berangkasan menggambarkan hasil bersih dari proses fotosintesa, sedangkan menurut Leomis dan William tahun 1969, *cit.* Ismail *et al.* (2001) produksi bahan kering tanaman merupakan fungsi dari laju fotosintesa seluruh daun. Semakin tinggi akumulasi fotosintat dalam daun, maka kemampuan tanaman untuk

membentuk organ generatif semakin meningkat. Menurut Fischer dan Palmer (1984) jumlah biji per satuan luas dipengaruhi oleh laju produksi asimilat yang berlangsung selama perkembangan tanaman

Berdasarkan serapan hara P pada daun terdekat dengan malai yang diambil pada saat tanaman 8 MST, terlihat bahwa dengan pemberian pupuk P yang semakin banyak, kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara P semakin banyak. Pada tanaman yang kekurangan P akan terbentuk biji yang ringan dan kecil-kecil, sehingga tanaman yang diberikan pupuk P memberikan hasil yang lebih tinggi (Noor dan Ningsih, 1986).

4.2.8. Hasil

Berdasarkan produksi biji per petak yang dikonversi pada hasil atau produksi sorgum ton ha^{-1} , dosis pemupukan fosfat memberikan pengaruh terhadap hasil produksi sorgum.

Tabel 5 : Hasil produksi berat rata-rata biji sorgum per hektar hasil dosis dan waktu pemupukan fosfat

Waktu Pemupukan	Dosis pupuk P_2O_5			Rata-rata
	36 kg ha ⁻¹	54 kg ha ⁻¹	72 kg ha ⁻¹	
	Berat biji ha ⁻¹ (ton)			
7 HSbT + WT	4,83	5,45	5,73	5,35
WT + 7 HST	4,89	5,30	6,03	5,39
7 HST + 14 HST	5,13	5,37	5,91	5,47
Rata-rata	4,95 c	5,37 b	5,89 a	

Keterangan : Angka rata-rata pada baris terakhir yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT 5%

Sebagaimana disajikan pada tabel 5 menunjukkan bahwa produksi tertinggi diperoleh dari pemberian dosis pemupukan 72 kg P ha^{-1} yaitu sebesar 5,89 tonha^{-1} yang memberikan perberbedaan dengan hasil yang diperoleh dari pemberian

pupuk lainnya.. Hasil produksi yang terendah diperoleh dari dosis pemupukan 36 kg P ha⁻¹ yaitu sebesar 4,95 ton ha⁻¹. Semakin banyak dosis pupuk P yang diberikan maka akan semakin besar produksi biji sorgum, demikian pula sebaliknya apabila semakin sedikit dosis pupuk P maka akan semakin rendah produksi hasil. Sejalan dengan pendapat Doberman dan Fairhurst (2000), bahwa apabila tanaman kahat P dapat mengurangi hasil, menurunkan bobot dan kualitas biji, serta menghambat pemasakan. Dalam keadaan kahat P yang parah tanaman tidak dapat berbunga, juga menurunkan tanggapan tanaman terhadap pemupukan N. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak pupuk P yang diberikan maka membuka kemungkinan terserapnya unsur-unsur lainnya seperti unsur nitrogen sebagai unsur yang menghasilkan fotosintat untuk menjalankan fungsinya lebih baik, sehingga fotosintat yang dihasilkan akan ditranslokasikan ke dalam bentuk, ukuran dan bobot biji.

Hasil tertinggi yang dicapai dari penelitian ini masih di bawah potensi produksi sorgum yang bisa mencapai 7 ton per hektar, diduga hal ini dikarenakan oleh kesuburan tanah yang rendah, dimana unsur nitrogen sangat rendah, C organik rendah, kapasitas tukar kation rendah, dan curah hujan yang rendah.

Fischer dan Palmer (1984) menyatakan bahwa jumlah biji per satuan luas dipengaruhi oleh laju produksi asimilat yang berlangsung selama perkembangan tanaman. Pada tanaman yang kekurangan P akan terbentuk biji yang ringan dan keriput (Noor dan Ningsih, 1986). Potensi produksi sorgum adalah 5 – 7 ton ha⁻¹ (Anonim, 2008). Sejalan dengan pendapat Sumarno dan Karsono (1996) menyatakan bahwa dengan menerapkan teknologi budidaya secara optimal,

termasuk pemupukan yang tepat maka rata-rata produktivitas sorgum secara individu dapat mencapai 7 ton per hektar.

Belum tercapainya produksi tertinggi (7 ton ha⁻¹) diakibatkan faktor lingkungan seperti jenis tanah, dimana produksi sorgum yang mencapai 7 ha⁻¹ terjadi pada jenis Latosol yang memiliki ciri solum yang dalam, struktur remah dan konsisten agak teguh, sedangkan pada Ultisol dicirikan oleh adanya akumulasi liat pada horizon bawah permukaan sehingga mengurangi daya resap air dan meningkatkan aliran permukaan dan erosi. Bila lapisan ini tererosi maka tanah menjadi miskin bahan organik dan hara.

Menurut Rismunandar (1989) walaupun tanaman sorgum tahan kekeringan namun pertumbuhan sorgum akan lebih subur dan hasilnya akan lebih tinggi jika ditanam pada pengairan yang teratur dibandingkan dengan tanaman sorgum yang diusahakan di tempat kering. Selanjutnya Prasetyo dan Suriadikarta (2004) menyatakan erosi merupakan salah satu kendala fisik pada Ultisol dan sangat merugikan karena dapat mengurangi kesuburan tanah. Hal ini karena kesuburan Ultisol seringkali hanya ditentukan oleh kandungan bahan organik pada lapisan atas. Unsur hara P juga merupakan faktor pembatas produksi pada Ultisol.

Menurut Brady tahun 1990 *cit.* Lindung (2006) produksi yang rendah pada Ultisol salah satunya diakibatkan oleh rendahnya P-tersedia sehingga kebutuhan P bagi tanaman belum tercukupi. Hal ini didukung dari hasil analisis tanah penelitian dimana P-tersedia termasuk kategori rendah, demikian juga beberapa sifat kimia tanah lainnya (Lampiran 3) yang mempunyai kriteria sebagai faktor pembatas produksi sorgum.

4.3. Serapan P

4.3.1. Residu P di Tanah

Sebagaimana yang disajikan pada tabel 6, menunjukkan bahwa pemberian pupuk P dengan semua dosis pada waktu pemberian 7 HST + 14 HST menghasilkan residu P terbesar dan tertinggi yaitu 29,15 ppm pada dosis 72 kg Pha^{-1} , yang pengaruhnya berbeda dengan dosis lainnya. Residu P di tanah yang terendah terjadi pada pemberian pupuk P dengan dosis 36 kg Pha^{-1} saat pemberian 7 HSbT + WT yaitu sebesar 10,22 ppm, dan menunjukkan perbedaan dengan dosis lainnya. Keadaan ini menyatakan bahwa semakin besar dosis P yang diberikan akan memberikan hasil residu P yang besar, demikian sebaliknya

Tabel 6. Residu P di tanah rata-rata hasil pemberian dosis dan waktu pemupukan fosfat

Waktu Pemupukan	Dosis pupuk P_2O_5		
	36 kg ha^{-1}	54 kg ha^{-1}	72 kg ha^{-1}
	Residu P di tanah (ppm)		
7 HSbT + WT	10,22 c C	11,42 c B	15,89 c A
WT + 7 HST	13,01 b C	20,48 b B	25,22 b A
7 HST + 14 HST	18,43 a C	24,23 a B	29,15 a A

Keterangan : ' Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom dan huruf besar pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut DNMRT 5%

Berdasarkan waktu pemberian, menghasilkan residu P yang terendah pada saat pemberian 7 HSbT + WT pada semua dosis. Maka dapat diduga semakin awal waktu pemberian pupuk akan menghasilkan residu P di tanah semakin rendah, demikian sebaliknya, hal menunjukkan bahwa semakin lambat P diberikan berarti semakin sedikit pula residunya di tanah. Kemudian semakin

banyak pupuk P yang diberikan maka akan semakin tinggi residunya karena tanaman tidak menyerap semua P yang diberikan. Tanaman hanya menyerap P sesuai dengan kebutuhan saja.

Salah satu faktor yang mempengaruhi ketersediaan P tanah bagi tanaman adalah pH tanah, ketersediaan P akan menurun bila pH lebih rendah dari 5,5 atau lebih tinggi dari 7,0. Peningkatan pH tanah akibat dari pemberian kapur, tidak dapat bertahan lama, karena tanah mempunyai sistem penyangga, yang menyebabkan pH akan kembali ke nilai semula setelah beberapa waktu. Sutoro *et al.* (1988) menyatakan bahwa semakin banyak P yang tersedia di tanah maka semakin sedikit P yang harus diberikan. Residu pupuk P di dalam tanah mempunyai pengaruh terhadap peningkatan hasil pertanian (Sutoro *et al.*, 1988). Semakin banyak pupuk P yang bersumber dari pupuk SP-36 maka semakin meningkatkan kandungan P tersedia yang diberikan Pemupukan P, setelah diberikan selama dua tahun meningkatkan ketersediaan P tanah, dimana pemberian 30 – 90 kg P_2O_5 ha⁻¹ tanah 5,04-10,34 ppm lebih tinggi dibanding tanpa pemberian P yaitu 3,88 ppm (Noor dan Ningsih, 1996). Sekitar 10-20% sisa pupuk P masih dapat dimanfaatkan tanaman berikutnya (Eghball *et al.*, 2003). Sejalan dengan pendapat Eghball *et al.*, (2003) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan kandungan residu P di tanah dan P dalam biji.

4.3.2. Kandungan P jaringan

Kandungan P jaringan ditentukan oleh taraf dosis dan waktu pemberian pupuk fosfat di Ultisol. Sebagaimana disajikan pada Tabel 7 yang menunjukkan bahwa pemberian pupuk P dengan semua dosis dan semua waktu 7 HST + 14

HST memperlihatkan P tertinggi yaitu 0,35 ppm, yang memberikan perbedaan terhadap dosis lainnya. Kandungan P jaringan yang terendah terjadi pada pemberian pupuk P dengan dosis 36 kg Pha^{-1} pada saat pemberian 7 HSbT + WT yaitu sebesar 0,25 ppm, yang menunjukkan perbedaan dengan pemberian dosis 54 dan 72 kg Pha^{-1}

Tabel 7. Kandungan P jaringan rata-rata tanaman hasil pemberian dosis dan waktu pemupukan fosfat

Waktu Pemupukan	Dosis pupuk P_2O_5		
	36 kg ha^{-1}	54 kg ha^{-1}	72 kg ha^{-1}
	Kandungan P jaringan (%)		
7 HSbT + WT	0,25 c C	0,28 b B	0,30 c A
WT + 7 HST	0,29 b C	0,31 ab B	0,33 b A
7 HST + 14 HST	0,32 a C	0,32 a B	0,35 a A

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom dan huruf besar pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut DNMR 5%

Maka dapat dinyatakan bahwa semakin besar dosis P yang diberikan akan memberikan hasil kandungan P jaringan yang besar juga, demikian sebaliknya. Waktu pemberian pupuk P menghasilkan P jaringan terendah pada saat 7 HSbT + WT. Sedangkan waktu pemberian 7 HSbT + WT dosis 54 kg Pha^{-1} belum memberikan perbedaan dengan waktu pemberian WT + 7 HST, mengalami perbedaan dengan 7 HST + 14 HST.

Kenyataan ini menunjukkan bahwa semakin besar dan lambat pemberian pupuk akan lebih banyak diserap tanaman. Jika dosis P diberikan dalam jumlah banyak maka semakin banyak pula P tersedia bagi tanaman untuk diserap, yang mengakibatkan semakin banyak kandungan P jaringan tanaman. Tanah yang mempunyai jerapan tinggi seperti di lokasi penelitian, akan menyebabkan masa

penggunaan P lebih pendek, artinya jika diberikan lebih cepat berarti semakin banyak terfiksasi sehingga ketersediaan P untuk diserap tanaman semakin kecil, yang mengakibatkan kandungan P jaringan rendah. Hal ini diduga pada awal-awal pertumbuhan tanaman belum mampu menyerap semua P yang diberikan, sehingga P yang ada sebagian terfiksasi. Demikian sebaliknya, semakin lama P diberikan maka masa penggunaan P lebih panjang dimana peluang tanaman menyerap P semakin besar, yang berakibat P jaringan tanaman semakin tinggi.

Analisis jaringan tanaman berguna untuk menganalisis status hara, jika bagian yang dianalisis banyak terpengaruh oleh tindakan pemupukan. Karena itu analisis tanaman dilakukan terhadap pelepah daun dan atau petiola (Ulrich, 1948; Lundegardh, 1951 *cit.* Poerwowidodo, 1991). Pada analisis daun, serapan hara merupakan cerminan seluruh volume tanah yang dirajah perakaran tanaman (Poerwowidodo, 1991). Kandungan P dalam jaringan merupakan akumulasi unsur P yang diberikan berdasarkan dosis dan waktu pemupukan P.

Menurut Fathan *et al.* (1988), selama pertumbuhan tanaman konsentrasi hara di dalam jaringan berubah mengikuti pola tertentu. Konsentrasi P dalam daun terus menurun dengan waktu, sedangkan fluktuasi konsentrasi P dalam batang cukup besar. Hara P terpekat terdapat di dalam biji, konsentrasi P di dalam daun, batang, dan malai relatif sama. Menurut Tisdale dan Nelson (1975) pada awal pertumbuhan, P dibutuhkan untuk merangsang pertumbuhan, tetapi pada fase generatif sebagian besar P ditraslokasikan ke dalam biji. Jumlah P yang cukup di dalam biji dapat membantu pembentukan energi bagi proses metabolisme.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian beberapa dosis dan variasi waktu pemberian fosfat pada tanaman sorgum di ultisol dapat dinyatakan sebagai berikut :

1. Tidak terdapat interaksi dosis dan waktu pemupukan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum di Ultisol.
2. Pemberian beberapa taraf dosis pemupukan fosfat berpengaruh terhadap pertumbuhan yaitu tinggi tanaman umur 6 dan 8 MST, indeks luas daun umur tanaman 3 MST, bobot kering brangkasan 7 dan 8 MST, laju tumbuh tanaman 6 ke 7 MST, berat biji per malai, berat 1000 biji dan terhadap hasil sorgum per hektar. Hasil sorgum tertinggi didapat pada pemberian dosis 72 kg P/ha dengan hasil 5,89 ton per hektar.
3. Beberapa taraf waktu pemberian fosfat tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum di Ultisol.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka saran yang diajukan adalah diperlukan penelitian lebih lanjut dengan dosis pemupukan P lebih dari 72 kg P/ha pada berbagai waktu pemupukan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2004. Unsur hara penting tanaman Sorgum. Majalah Pertanian Abdi Tani No.4 Edisi XXI, Oktober-Desember 2004. hal 26-28.
- Anonim. 2008. Tanaman sorgum pengganti premium. Uji coba budidaya di Sulut. Memuaskan. <http://www.mokoginta>.
- Bakri, A. Hermawan, dan Waluyo. 2003. Penentuan ketersediaan fosfat tanah dan respon tanaman jagung dengan dosis P berbeda pada Ultisol Batumarta. *Jurnal Tanaman Tropika* 7(1) : 33-43, April 2004
- Barani, Ahmad Mangga., 2007. Workshop tentang penggunaan sorgum manis sebagai bahan baku ethanol, Jakarta
- Barber, S.A. 1976. Efficient fertilizer use. *Smer. Soc. Of Agronomy Spec. Pub.* 26:13-29.
- Black, C. A. 1976. Soils plant relationship. John Willey and Sons, New York.
- Buckman, H. O. Dan N. C. Brady. 1980. The nature and properties of soil. Macmillan Publishing Company. New York.
- Dajue L dan Guangwei S, 2000. Sweet Sorghum A Fine Forage Crop for the Beijing Region, China. *Paper Presented in FAO e-Conference on Tropical Silage*, 1 Sept15 Dec 1999 in FAO, 2000. Vol. 161: 123124.
- Dobermann, A. and T. Fairhurst. 2000. Nutrient disorders and nutrient management. IRRI and Potash & PPI /PPIC. Manila, Philipina.
- Donahue, R. L., R. W. Miller, dan J. C. Shickluna. 1977. Soils. An introduction to soils and plant growth. 4th. Interlino Printing Co., Inc. Quezon. Philippines.
- Effendi, S. 1985. Bercocok Tanam Sotgum. Cetakan ke-7. Jakarta. CV Yasaguna.
- Eghball, B., John F. S., Gary E., dan J. E. Gilley. 2003. Phosphorus managment. *Agronomy Journal* Vol. 95: 1233-1239. September-October 2003. American Society of Agronomy.
- Ernawati, R., I. Dwiwarni, Hasanah, dan Agusni. 1999. Pengaruh pemberian pupuk NPK multiorganik pada tiga kultivar cabai merah dalam Prosiding Kongres Nasional VII HITI Bandung. Puslitbang Tanaman Pangan. Badan Litbang Departemen Pertanian. Hal 793-799
- Fanindi, A., Siti Yuhaeni, dan Wahyu H. Pertumbuhan dan produktivitas tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench dan *Sorghum sudanense* (piper) Stafp yang mendapatkan kombinasi pemupukan N, P, K dan Ca. Balitnak Bogor, 2008.

- Fathan, R., M. Rahardjo dan A. K. Makarim, 1988. Hara tanaman jagung. Pusat Penelitian Tanman Jagung dalam Jagung, Penyunting Subandi, Mahyuddin Syam dan Adi Widjono. Pusat Penelitian dan pengembangan Tanaman Pangan. Balitbang Pertanian Jakarta.. Hal 67-80.
- Fischer, K. S. dan A.F.E. Palmer. 1984. The physiology of tropical field crop. Terjemahan oleh Tohari. Fisiologi tanaman budidaya tropik. Jogjakarta., Fakultas pertanian UGM.
- Fauziati, N. dan R. S. Simatupang. 1993. Skrining kendala keharaan pada tanaman jagung di tanah podsolik merah kuning Kalimantan Selatan dalam Prosiding Hasil Penelitian Jagung, Balittan Baru. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian, 1993. 151:77-86
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., dan Mitchell, R. L., 1991. *Physiology of Crop Plants*. Terjemahan oleh Herawati Susilo. Fisiologi Tanaman Budidaya. Pendamping: Subianto. UI-Press. Jakarta.
- Goldsworthy, P.R., dan N.M. Fisher. 1992. The Physiology of Tropical Field Crops. Terjemahan: Fisiologi Tanaman Budidaya Tropika. Penerjemah Tohari. UGM-Press. Yogyakarta.
- Fathia, N. M. E 2004. Pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*zea mays* l.) dengan pemupukan n bervariasi dosis dan cara pemberian pada lahan dengan sistem olah tanah minimum. Unpad. Bandung
- Hardjowigeno,S., 1987. Ilmu Tanah. Akademi Presindo, Jakarta
- Hairunsyah dan M. Z. Arif. 1991. Kajian pemberian pupuk kandang dan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil jagung pada tanah pasir dan lempung dalam Prosiding Hasil Penelitian Jagung, Balittan Baru. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian, 1993. 151:23-27.
- Hakim, L. dan M. Sedyarsa. 1986. Percobaan perbandingan beberapa sumber pupuk fosfat alam di daerah Lampung Utara. hlm. 179 194. *Dalam* U. Kurnia, J. Dai, N. Suharta, I.P.G. Widjaya-Adhi, J. Sri Adiningsih, S. Sukmana, J. Prawirasumantri (Ed.). Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah, Cipayung, 1013 November 1981. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.
- Hakim, N. 1986 Dasar-dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung
- Harris, R. E dan Karmas. 1989. Evaluasi gizi pada pengolahan bahan pangan. Bandung. ITB Press.
- Heddy, Suwasono, 2001.Ekofisiologi Tanaman. Suatu Kajian Kuantittif Pertumbuhan Tanaman. RajaGrafindo Persada, Jakarta.

- ICRISAT/FAO, 1996. (International Crops Research Institute for The Semi-Arid Tropic), sebuah lembaga penelitian yang ber-markas di India. Kegunaan Tanamaan Sorgum
- Iowe, L. B., B. S. Ayers dan S. K. Ries. 1972 Relationship of seed protein and amino acid composition to seedling vigor dan yield of wheat. Agr. J. 64:608-611
- Ismail, C., Suwono dan Kasijadi. 2001. Pengaruh Pupuk SP-36 terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah. Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian Volume 4 No. 1 Tahun 2001
- Lakitan, B. 2001. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. Jakarta. Cetakan keempat. PT. Raja Grafindo Persada.
- Lindsay, W. L. 1971. Chemical equilibria in soils. John Willey and Sons, New York.
- Lindung. Kajian dosis dan waktu pemupukan fosfat terhadap serapan P, hasil dan kualitas biji pada tanaman jagung. Tesis Program Magister Agronomi Prpgram Pascasarjana Universitas Sebelas Maret (Tidak dipublikasikan), 2006.
- Mas'ud, P. 1992. Telaah kesuburan tanah. Bandung. Angkasa
- Mudjisiho R dan Suprpto HS, 1987. *Budidaya dan Pengolahan Sorgum*. Penebar Swadaya, Jakarta, 130.
- Noor, A. dan Ningsih, Rina Dirgahayu, 1996 . Efektifitas SP-36 dan TSP pada Tanamn Jagung di Lahan Pasang Surut Sulfat Masam, dalam *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung*, Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serelia Lain, 1998).
- Mudjisiho dan Suprpto, 1987. *Budidaya dan pengplahan sorgum*. Penebar Swadaya.
- Muqnisjah, W. Q. dan S. Nakamura. 1984. Vigor of soybean seed produce from different nitrogen and phosphorus fertilizer application. Seed Sci. and technol. 12:475-482.
- Nurjen, M., Susiarso dan A. Nugroho. 2002. Peranan pupuk kotoran ayam dan nitrogen (urea) terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau varietas Srititi. Jurnal Agrivita Vol. 24 No. 1. 2002
- Nyakpa, M. Yusuf, A.M.Lubis, Mamat, A.P, A.Ghaffar.A, Go.BH dan Nurhayati.H 1988. "Kesuburan Tanah.Universitas Lampung
- Poerwowidodo. 1993. Telaah kesuburan tanah. Angkasa. Bandung.
- Prasetyo, B. H dan Suridikarta, D. A (2004). Karakteristik, potensi dan teknologi pengeleolaan tanah Ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. Balai Penelitian Tanah Bogor.

- Radin, J. W. dan Eidenbock, M. P. 1984. Hydraulic conductance as a factor limiting leaf expansion of phosphorus-deficient cotton plant. *Plant Physiol*, 75:372-377.
- Rismunandar, 1989. Sorgum tanaman serba guna. Sinar Baru Bandung.
- Salisbury, F. B. dan Cleon W. Ross. 1992. Plant physiology. Wadsworth Publishing Co., A. Division of Wadsworth, Inc.
- Sitompul, S. M. dan B. Guritno. 1995. Analisis pertumbuhan tanaman. UGM Press. Yogyakarta.
- Sri Adiningsih, J. dan Mulyadi. 1993. Alternatif teknik rehabilitasi dan pemanfaatan lahan alang-alang. hlm. 2950. Dalam S. Sukmana, Suwardjo, J. Sri Adiningsih, H. Subagjo, H. Suhardjo, Y. Prawirasumantri (Ed.). Pemanfaatan lahan alang-alang untuk usaha tani berkelanjutan. Prosiding Seminar Lahan Alang-alang, Bogor, Desember 1992. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Setyamidjaja D. 1986. Pupuk dan Pemupukan. Suplex. Jakarta.
- Soepardi, G. 1979. Masalah kesuburan tanah di Indonesia. Departemen Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian IPB. Bogor
- Stasiun Klimatologi Jambi, 2009. Data hujan bulanan tahun 2004 – 2009 Kabupaten Muaro Jambi
- Subagyo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2004. Tanah-tanah pertanian di Indonesia. hlm. 2166. Dalam A. Adimihardja, L.I. Amien, F. Agus, D. Djaenudin (Ed.). Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Sudadi dan W. Atmaka. 2000. Pengaruh dosis pupuk dolomit dan SP 36 terhadap jumlah bintil akar dan hasil kacang tanah di tanah latosol. *Sains Tanah* 1(1):1-6.
- Sulaiman dan Eviati. 2002. Metode analisis uji tanah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat dan The Participatory Development of Agricultural Technology Project (PAATP). Bogor
- Sumarno dan S. Karsono. 1996. Perkembangan produksi sorgum di dunia dan penggunaannya. Risalah Simposium Prospek Tanaman Sorgum untuk Pengembangan Agroindustri, 17-18 Januari 1995. Edisi Khusus Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian No. 4-1996: 13-24.
- Sumaryo dan Suryono. 2000. Pengaruh dosis pupuk dolomit dan SP-36 terhadap jumlah bintil akar dan hasil tanaman kacang tanah di tanah latosol. *Jurnal Penelitian Agronomi*. Vol. 2 No.2. Juli-Desember 2000. Fakultas Pertanian. UNS. Surakarta.

- Suryanto , S. Sudibyo, dan S. Nuryani. 1992. Serapan hara Fe, Mn, Zn, dan Cu oleh tanaman jagung pada tanah gambut dari Pontianak yang dikapur dan diberi berbeagai pupuk P. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas pertanian. UGM. Yogyakarta.
- Suryanto , S. Sudibyo, dan S. Nuryani. 1992. Serapan hara Fe, Mn, Zn, dan Cu oleh tanaman jagung pada tanah gambut dari Pontianak yang dikapur dan diberi berbeagai pupuk P. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas pertanian. UGM. Yogyakarta
- Sutejo, 2002. Pupuk dan Pemupukan . Jakarta. Rineka Cipta
- Sutoro,Y. Soelaeman dan Iskandar. 1988. Budidaya Tanaman Jagung dalam Jagung. 1988. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. dalam Jagung, Penyunting Subandi, Mahyuddin Syam dan Adi Widjono. Pusat Penelitian dan pengembangan Tanaman Pangan. Balitbang Pertanian Jakarta.. Hal 49-66.
- Suyamto. 1996. Penelitian lapang pemupukan kedelai pada jenis tanah alluvial. Grumosol, latosol, dan planosol. Komponen perbaikan teknologi untuk meningkatkan produktifitas tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian. Edisi khusus Balitkabi N0. 13. Malang. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. Hal 150-159.
- Terry, N. dan Ulrich, A. 1973. Effects of phosphorus deficiency on the photosynthesis and respiration of leaves of sugar beet. *Plant Physiol*, 54, 379-381.
- Thompson, L. M. dan F. R. Troeh. 1978. Soil and soil fertility. Mc. Graw Hill Book company. New York
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson, dan J. Beaton. 1985. Soil fertility and fertilizers. 4th. Macmillan Publishing Co. New York.
- Yuniarti, A. 1999. Beberapa sifat kimia tanah (pH, P dan K tersedia) dan hasil padi gogo (*Oriza sativa*) akibat pemberian dosis pupuk P dan K pada Utisols Pondok Meja. Jambi. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian Unpad. Bandung. 39h.

Lampiran 1. : Hasil rata-rata pengamatan

a. Tinggi tanaman tmur 3 – 8 MST

Dosis	Tinggi Tanaman Umur ke-					
	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST
36 kg P/ha	45,528a	82,000a	115,81a	133,07b	168,85a	178,42b
54 kg P/ha	49,944a	79,417a	116,89a	147,33ab	172,35a	190,86ab
72 kg P/ha	52,306a	73,278a	119,47a	159,44a	181,85a	198,31a

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT 5%

b. Indeks luas daun rata-rata (\overline{ILD}) umur 3 – 8 MST

Dosis	ILD					
	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST
36 kg P/ha	0,3301a	0,6320a	1,3966a	2,3819a	2,6151a	3,2172a
54 kg P/ha	0,2737ab	0,5940a	1,4920a	2,4929a	2,8529a	3,3701a
72 kg P/ha	0,1995b	0,6143a	1,7842a	2,9406a	3,0841a	3,6249a

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT 5%

c. Bobot kering tanaman umur 3 – 8 MST

Dosis	Bobot kering tanaman (gram)					
	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST
36 kg P/ha	1,7488a	9,4094a	26,747a	42,575a	49,422b	76,231b
54 kg P/ha	2,0471a	7,4559a	24,864a	44,600a	52,962ab	80,854ab
72 kg P/ha	1,1600a	6,7146a	20,870a	48,820a	61,676a	87,262a

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT 5%

d. Laju tumbuh tanaman rata-rata (\overline{LTT}) umur 3 – 8 MST

Dosis	\overline{LTT} ($\text{g m}^{-2}\text{hari}^{-1}$)				
	3 – 4 MST	4 -5 MST	5 -6 MST	6 – 7 MST	7 – 8 MST
36 kg P/ha	0,440a	1,216a	1,311a	0,522b	2,043a
54 kg P/ha	0,446a	1,292a	1,504a	0,637b	2,125a
72 kg P/ha	0,452a	1,049a	1,876a	0,980a	2,234a

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT 5%

e. Laju asimilasi bersih rata-rata (\overline{LAB}) umur 3 – 8 MST

Dosis	\overline{LAB} ($\text{g m}^{-2}\text{hari}^{-1}$)				
	3 – 4 MST	4 -5 MST	5 -6 MST	6 – 7 MST	7 – 8 MST
36 kg P/ha	0,001010a	0,001460a	0,000610a	0,000211a	0,000709a
54 kg P/ha	0,001070a	0,001350a	0,000477a	0,000241a	0,000694a
72 kg P/ha	0,001020a	0,001295a	0,000761a	0,000461a	0,000784a

Lampiran 2 : Hasil analisis sifat kimia tanah awal

No	Sifat Kimia Tanah	Nilai	Kriteria *)
1	pH H ₂ O (1:1)	4,87	Masam
	KCl (1:1)	3,28	-
2	P-Tersedia (ppm)	13,22	Rendah
3	N-Total (%)	0,05	Sangat rendah
4	C-Organik (%)	1,79	Rendah
5	KTK (me/100 g)	14,01	Rendah
6	K-dd (me/100 g)	0,41	Sedang
7	Al-dd (me/100g)	1,60	Tinggi

*) Hardjowigeno,S., 1987. Ilmu Tanah. Akademi Presindo, Jakarta



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN KLIMATOLOGI JAMBI

JL RAYA JAMBI MUARA BULIAN Km. 18, SIMPANG SUNGAI DURI, JAMBI – 36363

TEL.P. : (0741) 58 19 19, 583500 : FAX. : 0741 - 58 35 55

DATA CURAH HUJAN MARET 2009 – JUNI 2009
KABUPATEN MUARO JAMBI

Lokasi : Stasiun Klimatologi Jambi
Kecamatan : Jambi Luar Kota (Pos Hujan Terdekat dengan Kec. Mestong)
Ketinggian : 24 mdpl

Tanggal	CURAH HUJAN (mm)			
	Maret	April	Mei	Juni
1	-	11	9	-
2	0	-	15	-
3	5	-	17	15,5
4	-	8	36	36,9
5	-	7	1	-
6	-	-	3	-
7	16	17	-	-
8	-	9	-	-
9	17	-	23	68,3
10	-	5	4	-
11	-	10	15	-
12	10	-	18	-
13	1	12	3	-
14	17	-	1	-
15	17	14	32	-
16	17	14	-	6,2
17	3	10	1	-
18	-	16	3	-
19	22	15	-	-
20	2	23	-	-
21	6	8	-	-
22	66	3	-	-
23	ttu	1	-	-
24	31	7	-	ttu
25	-	-	-	-
26	1	-	-	-
27	4	2	12	3
28	-	9	-	-
29	-	-	-	-
30	24	-	-	19,2
31	67	-	-	-
Jumlah	323,0	200,5	192,2	149,1
hh	19,0	20,0	16,0	7,0

Keterangan : hh = hari hujan
ttu = tidak terukur

Jambi, 27 Juli 2009
Kepala Kelompok Jabatan Fungsional
Stasiun Klimatologi Jambi


ARIF MA'RUF, SP

NIP. 19770503 199703 1 001



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA STASIUN KLIMATOLOGI JAMBI

JL RAYA JAMBI MUARA BULIAN Km. 18. SIMPANG SUNGAI DURI, JAMBI - 36363

TEL.P. : (0741) 58 19 19, 583500 : FAX. : 0741 - 58 35 55

DATA HUJAN BULANAN TAHUN 2004 - 2009 KABUPATEN MUARO JAMBI

Lokasi : Stasiun Klimatologi Jambi
Kecamatan : Jambi Luar Kota (Pos Hujan Terdekat dengan Kec. Mestong)
Ketinggian : 24 mdpl

Bulan	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	CH (mm)	CH (mm)	CH (mm)	CH (mm)	CH (mm)	CH (mm)
Januari	229	101	281	334	144	160
Februari	137	66	313	132	133	318
Maret	392	325	158	166	315	323
April	218	184	379	219	239	201
Mei	187	157	142	202	229	82
Juni	64	102	121	136	65	149
Juli	264	82	120	234	82	
Agustus	56	251	76	139	170	
September	47	216	150	216	114	
Oktober	282	260	106	166	276	
November	284	330	176	145	217	
Desember	255	210	206	305	295	
Jumlah	2,415.0	2,284.0	2,228.0	2,394.0	2,279.0	1,233.0
Rata-rata	201.3	190.3	185.7	199.5	189.9	205.5

Catatan :

Tipe iklim Muaro Jambi

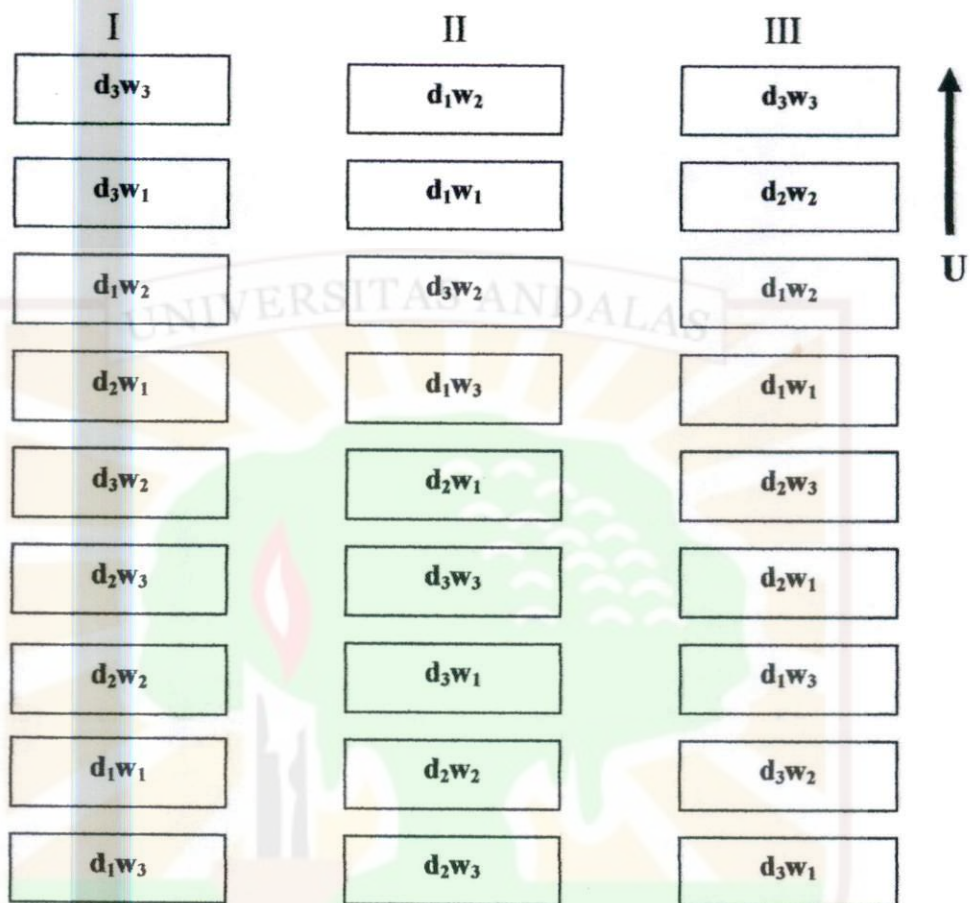
Berdasarkan :

1. Schmid Ferguson : A
2. Oldeman : C1

Jambi, 27 Juli 2009
Kepala Kelompok Jabatan Fungsional
Stasiun Klimatologi Jambi


ARIF MA'RUFILSP
NIP. 19770503 199703 1 001

Lampiran 5 : Denah percobaan tanaman sorgum di lapangan dengan pemberian pupuk fosfat berbagai dosis dan waktu pemupukan



Keterangan :

- ✓ d_1 (dosis 100 kg SP-36/ha setara 36 kg P_2O_5 /ha)
- ✓ d_2 (dosis 150 kg SP-36/ha setara 54 kg P_2O_5 /ha),
- ✓ d_3 (dosis 200 kg SP-36/ha setara 72 kg P_2O_5 /ha)
- ✓ $w_1 = \frac{1}{2}$ dosis 7 hari sebelum tanam (HSbT) dan $\frac{1}{2}$ dosis waktu tanam (WT)
- ✓ $w_2 = \frac{1}{2}$ dosis waktu tanam (WT) dan $\frac{1}{2}$ dosis 7 hari setelah tanam (HST)
- ✓ $w_3 = (\frac{1}{2}$ dosis 7 hari setelah tanam (HST) dan $\frac{1}{2}$ dosis 14 hari setelah tanam (HST)
- ✓ Jarak petak dalam kelompok 50 cm
- ✓ Jarak petak antar ulangan 100 cm

Lampiran 6 : Prosedur analisis tanah di laboratorium

a. Kadar Air

Berat ring dan tanah ditimbang dalam keadaan basah, kemudian dimasukkan kedalam oven pada suhu 105 °C selama 2 x 24 jam. Setelah itu dikeluarkan dari oven, dimasukkan ke dalam eksikator selama 15 menit. Seterusnya ring dan tanah kering ditimbang, kemudian ditimbang berat ring kosong. (Lembaga Penelitian Tanah, 1979).

Perhitungan :

$$\text{Kadar air \% Berat} = \frac{\text{Berat basah} - \text{berat kering}}{\text{berat kering}} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar Air \% Volume} = \text{Kadar Air \% berat} \times \text{Berat Volume}$$

$$\text{Berat Basah} = \text{Berat Tanah Basah} - \text{Berat Ring}$$

$$\text{Berat Kering} = \text{Berat Tanah Kering} - \text{Berat Ring}$$

b. Penetapan pH Tanah (Hakim *et al*, 1984)

a. Bahan : Aquades, KCl 1N, Standar pH 4 dan 7

b. Cara kerja:

Tanah sebanyak 10 g dimasukkan ke tabung film dan ditambahkan 10 ml aquades. Dikocok 15 menit dengan mesin pengocok, kemudian diamkan sebentar. Setelah itu lakukan pengukuran dengan menggunakan pH meter yang dibakukan dengan larutan penyangga pH 4 dan 7 dengan prosedur yang sama dilakukan untuk KCl 1N (pH KCl).

c. Penetapan Al-dd dengan Metode Volumetri (Hakim *et al*, 1984)

d. Bahan : KCl 1N, NaOH 0,1 N, NaF 4%, Aquades dan Indikator phenolphthalein (pp) 0,1 gr dalam 100 ml alkohol.

e. Cara kerja:

5 g tanah dimasukkan dalam Erlenmeyer 250 ml, ditambahkan 50 ml KCl 1N, Erlenmeyer ditutup dan dikocok selama 15 menit. Larutan kemudian disaring dan ditampung tabung plastik 150 ml. Ekstrak dipipet sebanyak 25 ml, dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 100 ml dan ditambahkan 5 tetes indikator pp. Kemudian larutan dititar dengan NaOH 0,1N sampai timbul warna merah muda, kemudian ditambahkan 1 tetes

HCl 0,1N hingga warna merah muda hilang. Kemudian ditambahkan kembali 10 ml NaF 4%, warna merah akan kembali timbul bila tanah tersebut mengandung Al. Kemudian dititrasi dengan HCl 0,1N sampai warna merah hilang kembali dan catatlah jumlah yang terpakai.

Perhitungan:

$$\text{Al-dd (me/100 g)} = (\text{ml HCl} \times \text{N HCl}) \times \frac{50}{5} \times \frac{100}{25} \times \text{KKA}$$

$$\text{Kejenuhan Al \%} = \frac{\text{me Al/100 g}}{\text{me (Al + Ca + K + Mg + Na)/100 g}}$$

d. Penetapan kebutuhan kapur berdasarkan metode Al-dd

Prinsip :

- Menurut Kamprath (1970), metode ini paling cocok untuk tanah masam di trofik
- Kebutuhan kapur tergantung jenis tanaman yang diusahakan

Penetapan dosis kapur :

- Didapat jumlah Al-dd yang telah diukur, 1,60 me Al/100g tanah
- Kebutuhan kapur untuk tanaman sorgum 100% Al-dd (1 x Al-dd)
- Mengapur setara 1 kali Al-dd sama artinya memberikan kapur sebanyak 1 me Ca setiap 1 me Al-dd/100g tanah
- 1 me Ca = 40/2 mg = 20 mg Ca
- 1 me Ca/100g tanah = 20 mg Ca/100g tanah = 200 mg Ca/kg tanah
- Bobot tanah 1 ha sedalam 20 cm dengan BV 1 adalah 2×10^6 kg
- Kebutuhan kapur dalam bentuk Ca untuk 1 ha = $2 \times 10^6 \times 200$ mg Ca = 400 kg Ca
- Kebutuhan kapur dalam bentuk CaCO_3 = $100/40 \times 400$ kg = 1000 kg = 1 ton.ha⁻¹
- Jadi kebutuhan kapur setara 1 kali Al-dd = 1 ton CaCO_3 ha⁻¹ setiap 1 me Al/100g,
- Kebutuhan kapur untuk penelitian ini adalah $1,60 \times 1$ ton CaCO_3 = 1,60 ton CaCO_3 ha⁻¹

e. Penetapan N-total tanah dengan metoda Kjeldahl (Hakim *et al*, 1984)

Bahan : H_2SO_4 pekat, NaOH 50 %, H_3BO_3 , Indikator Conway, H_2SO_4 0,1 N, serbuk selenium.

Prosedur :

Ditimbang 1 g contoh tanah kering lolos ayakan 0,5 mm dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl. Ditambahkan 1 g bubuk selenium, dan 5 ml asam sulfat

pekat, serta goyangkan. Lalu campuran tersebut didestruksi diatas tungku listrik dalam lemari asam dengan api kecil, kemudian dibesarkan sampai larutan menjadi putih susu, diangkat dan didinginkan, lalu tambahkan 50 ml aguades. Larutan tersebut dipindahkan kedalam labu didih dan di tambahkan 15 ml NaOH 40 %. Labu didih dihubungkan dengan alat destilasi dan karan air pendingin dibuka. Hasil destilasi ditampung dengan 15 ml 4 % H_3BO_3 dalam Erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 2 tetes indikator conway. Tungku pemanas dihidupkan dan didestilasi selama 15 menit, tetesan destilat akan turun melalui pipa penyuling ke dalam Erlenmeyer penampung. Bila tetesan destilat tidak lagi mengandung Amoniak, ujung pipa yang terendam destilat disemprot dengan air suling, lalu hasil destilat diangkat. Ujung pipa dimasukan ke dalam tabung yang berisi aguades dan api tungku dimatikan. Hasil destilasi dititer dengan larutan 0,1 N H_2SO_4 sampai warna hijau berubah menjadi warna merah muda. Jumlah H_2SO_4 yang terpakai dicatat. Lalu dilakukan cara yang sama terhadap blanko.

$$\text{Perhitungan : } N \text{ total (\%)} = (t-b) \times 0,1 \times 14 \times 100/w \times KKA$$

Dimana

T = ml H_2SO_4 untuk penitar contoh	14 = bobot atom nitrogen
b = ml H_2SO_4 untuk penitar blonko	w = berat tanah yang di gunakan (m g)
0,1= normalitas H_2SO_4 penitar	KKA = 1 + kadar air

f. Penetapan K dapat ditukarkan dengan metoda amonium asetat (Hakim *et al*, 1984)

Prosedur : Ditimbang 5 gram contoh tanah lolos ayakan 2 mm diperkolasikan dengan amonium asetat 1 N pH 7 sebanyak 100 ml ke dalam labu ukur 100 ml, sampai volumenya menjadi 100 ml. Untuk penetapan K, Ca, Mg tanah dilakukan pengenceran 10 kali (5 ml menjadi 50 ml), kemudian ekstrak diukur dengan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) yang telah distandarkan menurut jenis analisis yang telah dilakukan.

$$\text{Perhitungan : } K\text{-dd (me/100g)} = \frac{100/5 \times 50/5 \times ppm \text{ K}}{10 \times BE \text{ K}} \times KKA$$

g. Penetapan C-Organik dengan Metoda Walkey and Black (Hakim *et al*, 1984)

Pertama dibuat larutan baku yang mengandung 5,10, 15, 20 dan 25 mg C, yaitu dengan cara melarutkan 29,68 g sukrosa baku yang telah kering dengan air suling dalam labu ukuran 250 ml, lalu dipipet berturut-turut 5, 10, 15, 20 dan 25 ml, diencerkan sehingga 100 ml dengan aquades. Masing-masing larutan yang telah diencerkan ini dipipet sebanyak 2 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Ditimbang 0,50 g tanah dan dimasukkan kedalam Erlenmeyer lalu ditambahkan $K_2Cr_2O_7$ 1 N dan 20 ml H_2SO_4 pekat, kocok selama 30 menit. Setelah itu ditambahkan 100 ml Ba_2Cl_2 0,5% sehingga sulfat mengendap menjadi $BaSO_4$. Hal yang sama dilakukan terhadap larutan baku kemudian didiamkan selama 1 malam. Larutan ini diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 645 mμ.

h. Penetapan P- tersedia dengan metoda Bray-II (Hakim *et al*, 1984)

Pereaksi :

Larutan P-A (1.1 g NH_4F + 4.16 ml HCl dilarutkan dalam 1 liter aquades), P-B (3.4 amonium Molibdat dilarutkan dalam 300 ml aquades + Asam borat 5 g yang telah dilarutkan dalam 500 ml aquades + 75 ml HCl pekat dan dicukupkan volumenya sampai 1 liter dengan aquades), P-C (serbuk pereduksi baku yang terdiri atas campuran 2.5 g amino 2 – naftol 4 sulfonat, 5 g Na_2SO_3 dan 146 g $Na_2S_2O_5$. Pereduksi baku ini ditimbang sebanyak 8 g kemudian dilarutkan dalam 50 ml aquades dengan cara dipanaskan dan didiamkan selama 1 malam sebelum digunakan).

Ditimbang 1.5 g sampel tanah, dimasukkan kedalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan dengan 15 ml larutan P-A, dikocok selama 15- 30 menit dengan mesin pengocok Kemudian disaring, 5 ml hasil saringan diambil, kemudian dimasukkan ke dalam tabung film, kemudian ditambahkan dengan 5 ml larutan P-B dan 3 tetes larutan P-C, didiamkan selama 15 menit, kemudian diukur dengan spektrofotometer.

Perhitungan : P- tersedia tanah (ppm) = P ppm kurva x 15/1.5 x KKA

Lampiran 7 : Prosedur analisis jaringan tanaman di laboratorium

1. Destruksi Bahan Tanaman (Santoso, Suwanto, dan Aprillani, 1983) Destruksi basah dengan $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ (Lindner dan Harley) untuk penetapan N, P, dan K.

Bahan kering sorgum dihaluskan dengan grinder. Contoh tanaman sebanyak 0,250 gram dimasukkan ke dalam labu kjeldahl 100 ml, ditambah 2,5 ml H_2SO_4 pekat. Dibiarkan semalam untuk menghindari pembuihan yang berlebihan.

Keesokan harinya dipanaskan selama 15 menit di atas tungku listrik di ruang asam, mula-mula pada suhu rendah. Kemudian suhu dinaikkan sedikit demi sedikit hingga $\pm 150^\circ\text{C}$. Setelah kira-kira 30 menit ditambahkan 5 tetes hidrogen peroksida (H_2O_2) 30%, dalam selang waktu 10 menit. Pemberian H_2O_2 dilakukan berulang-ulang hingga cairan dalam labu kjeldahl menjadi jernih. Setelah itu dipanaskan pada suhu kira-kira 250°C , sampai cairan yang tertinggal $\pm 2,5$ ml, kemudian didinginkan.

Setelah didinginkan, diencerkan dengan aquades sekitar 25 ml. Dikocok, disaring dan hasil saringan ditampung dalam labu ukur 50 ml, dan dipaskan hingga tanda garis dengan aquades. Hasil saringan ini dinamakan cairan destruksi pekat dan dari cairan ini ditetapkan Nitrogen. Sebanyak 5 ml cairan destruksi pekat dipipet ke dalam labu ukur 50 ml dan diencerkan dengan aquades hingga tanda garis. Cairan ini dinamakan cairan destruksi encer. Dari cairan ini ditetapkan P dan K.

2. Penetapan Fosfor

Pereaksi campuran:

Pereaksi terdiri dari 50 ml H_2SO_4 5 N, 15 ml ammonium molibdat 4%, 5 ml larutan kalium antimonitrat dan 30 ml asam askorbat 0,1 N dicampur dalam labu ukur 500 ml diencerkan sampai tanah garis dengan aquades. Larutan standar dibuat dengan menimbang sebanyak 0,2195 gram KH_2PO_4 yang telah dikeringkan selama 2 jam pada suhu 105°C yang kemudian dilarutkan dalam 0,15 N H_2SO_4 dan diencerkan dengan aquades sampai 1000 ml yang disebut dengan larutan standar 50 ppm P. Dari 50 ppm ini diencerkan sehingga diperoleh deret standar 0,5; 1; 2; 3; 4; dan 5 ppm P serta dibuat standar 0 ppm P.

Cairan destruksi encer dipipet 5 ml ke dalam labu ukur 50 ml. Untuk penetapan deret standar P, dipipet masing-masing 2 ml deret standar P kedalam labu ukur 50 ml. Deret standar yang mengandung 0 ppm P digunakan untuk menyetel titik 100% T pada spektrofotometer. Kemudian ditambah 8 ml campuran pereaksi P dan dikocok. Setelah 15 menit diukur dengan Spektrofotometer dengan filter 693 nm. Deret standar P digunakan sebagai pembanding konsentrasi P dalam contoh. Mula-mula diukur deret standar P kemudian baru contoh. Absorban dibaca pada skala spektrofotometer.

Perhitungan:

$$\% P = 0,2 \times \text{ppm P dari kurva setelah dikoreksi standar} \times \text{KKA}$$

3. Penetapan Kadar air untuk Koreksi Kadar Air

Sebanyak 1 gram contoh ditimbang dalam cawan porselen yang telah diketahui bobotnya, kemudian dikeringkan dalam oven listrik pada suhu 105°C selama 3 jam. Setelah didinginkan dalam eksikator selama 45 menit ditimbang kembali.

$$\% \text{ bahan kering} = \text{gram contoh kering } 105^{\circ}\text{C} \times 100$$

$$\% \text{ Air} = 100 - \% \text{ bahan kering}$$

Lampiran 8 : Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah *)

Sifat Kimia Tanah*)	Nilai				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
N (%)	< 0,1	0,1 – 0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	> 0,75
C (%)	< 1	1 - 2	2,01-3	3,01 – 5	> 5,01
P-tersedia (ppm)	< 5	5 - 14	15 - 39	40 – 60	> 60
Ca-dd (me/100gr)	< 2,0	2,1 – 5,0	6 – 10	11 – 20	> 20
Mg-dd (me/100gr)	< 0,3	0,4 – 1,0	1,1 – 3,0	3,1 – 8,0	> 8,0
K-dd (me/100gr)	< 0,1	0,1 – 0,3	0,4 – 0,7	0,8 – 1,0	> 1,0
Na-dd (me/100 g)	< 0,10	0,1- 0,3	0,4 - 0,7	0,8 - 1,0	> 1,0
Kej Al (%)	< 10	10 - 20	21 - 30	31 – 60	> 61
	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis

pH tanah	Nilai					
	Sangat masam	Masam	Agak masam	Netral	Agak alkalis	Basa
pH (H ₂ O)	< 4,5	4,5 – 5,5	5,6 – 6,5	6,6 – 7,5	7,6 – 8,5	> 8,5

*) Sumber : Staf Pusat Penelitian Tanah (1983; *cit* Hardjowigeno, 2003)

**) Sumber : Team 4 Architects and Consulting Engineers berkerja sama dengan Fakultas Pertanian Universitas Andalas (1981)